

Pontificia Universidad Javeriana  
Facultad de Estudios Ambientales y Rurales  
Carrera de Ecología



Dinámica de toma de decisiones sobre conservación privada a través del caso de estudio de Reservas Naturales de la Sociedad Civil en La Vega, San Francisco y Subachoque, Cundinamarca

**Autora**

LINA ESTEFANIA NAVARRO ALVARADO

Trabajo de grado para obtener el título de Ecóloga

**Director**

DANIEL CASTILLO

**Bogotá D.C.**

**Noviembre del 2019**

## **Agradecimientos**

A los propietarios de las reservas que compartieron conmigo su valiosa experiencia sobre la conservación privada.

A mi familia y amigos por su apoyo incondicional, porque no habría podido llegar este punto sin ellos, en especial a mi mamá por siempre estar para mí.

A todos los maestros que me acompañaron y guiaron en este proceso de aprendizaje, y me hicieron una gran profesional y amante de la ecología.

A Mauricio González y Juan Ricardo Gómez por su labor realizada como jurados.

A Daniel Castillo por la dirección y orientación de este trabajo de grado.

## Resumen

Teniendo en cuenta la importancia de la conservación en paisajes rurales en propiedad privada, en especial en paisajes altamente transformados como lo son los andes colombianos, así como la falta de conocimiento sobre las motivaciones de los propietarios hacia la conservación en sus predios y el desconocimiento de la dinámica de toma de decisiones asociada, este trabajo pretendió diseñar un modelo basado de agentes que represente la dinámica de toma de decisiones de propietarios de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) de los municipios de San Francisco, Subachoque y La Vega, Cundinamarca, frente a la proporción del área destinada a la conservación en sus predios. El modelo basado en agentes es una herramienta adecuada para la comprensión de toma de decisiones así como para la formulación de escenarios. En esta medida, para comenzar se realizaron entrevistas semiestructuradas a propietarios de RNSC de los municipios mencionados, además de tomar información de fuentes secundarias para identificar los factores influyentes en la toma de decisiones frente a la conservación en los predios. Igualmente se tuvo en cuenta fuentes de información geográfica para la consolidación del modelo. Entre los principales resultados se encontró que las motivaciones más influyentes en la proporción del predio destinado a la conservación, son el nivel de apreciación de la naturaleza y las acciones asociadas a la educación ambiental. Lo anterior quiere decir que en los escenarios simulados, aquellos con una proporción promedio mayor destinada a la conservación dentro de los predios, la variable de apreciación a la naturaleza es alta y de acciones asociadas a la educación ambiental son muchas. Adicionalmente, se encontró que a pesar de que el grado de dependencia económica de los propietarios a sus reservas es un factor determinante para asignar cierto porcentaje del predio a la conservación, no es el factor dominante para la toma de decisiones. Igualmente, la transmisión y apropiación, haciendo referencia al proceso mediante el cual una sola persona o un grupo de personas motivan a otro a conservar, fue un factor fundamental para los entrevistados en el momento de comenzar a conservar. Por último, es relevante mencionar que las motivaciones para conservar son diversas y están enmarcadas dentro de una racionalidad ambiental, social y económica. Hay que mejorar los esfuerzos de muestreo, así como tener en cuenta otras variables que son valiosas para que el modelo tenga un mejor ajuste a la realidad y sea útil para comprender e impulsar la conservación privada donde sea necesaria.

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Marco referencial .....</b>	<b>8</b>
3.1 Marco Teórico .....	8
3.1.1 Conservación privada en américa latina .....	8
3.1.2 Conservación privada en Colombia: Reservas Naturales de la Sociedad Civil .....	9
3.1.3 Derechos e incentivos de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil .....	11
3.1.4 Cambio de uso y cobertura de la tierra .....	12
3.1.5 Factores que influncian la selección de uso de la tierra .....	12
3.1.6 Modelamiento del cambio de uso y cobertura de la tierra .....	13
3.1.6.1 Modelos Basados en Agentes (MBA) .....	14
3.1.6.2 Modelos basados en agentes para cambios en la cobertura y uso de la tierra .	15
3.2.2 Antecedentes temáticos como.....	17
<b>4. Área de estudio .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Metodología.....</b>	<b>22</b>
<b>6. Resultados .....</b>	<b>25</b>
6.1 Factores que determinan la conservación en tierras de carácter privado .....	25
6.1.1 Antecedentes sobre toma de decisiones para conservación en predios privados	25
6.1.2 Factores que determinan la conservación en RNSC en San Francisco, Cundinamarca.....	27
6.1.2.1 Factores Sociales .....	27
6.1.2.1.2 Aprendizaje compartido, reciprocidad y reconocimiento .....	28
6.1.2.1.3 Educación ambiental y bien común .....	29
6.1.2.1.4 Instituciones y Tejido social .....	30
6.1.2.1.5 Vivienda y herencia .....	30
6.1.2.2 Factores económicos .....	31
6.1.2.2.1 Incentivos económicos a la conservación .....	31
6.1.2.2.2 Dependencia económica del predio.....	31
6.1.2.3 Factores ambientales .....	32
6.1.2.3.1 Apreciación de la naturaleza.....	32
6.1.2.3.2 Características biofísicas .....	33

6.1.2.4 Noción de sostenibilidad.....	33
6.1.3 Factores que determinan el porcentaje del área destinada la conservación en RNSC en San Francisco, Cundinamarca .....	34
6.2 Modelo de toma de decisiones de propietarios de RNSC frente al área conservada en sus predios.....	36
6.2.1 Supuestos del modelo y parámetros iniciales .....	38
6.2.1.1 Módulo de predio.....	38
6.2.1.2 Módulo de propietario y módulo de decisiones.....	39
6.2.1.3 Módulo de reglas externas .....	40
6.3 Escenarios de toma de decisiones de propietarios de RNSC de San Francisco, Cundinamarca, frente al porcentaje de área destinada a la conservación en sus predios .....	40
<b>7. Discusión.....</b>	<b>41</b>
7.1 Dependencia económica de los predios .....	41
7.2 Servicios ecosistémicos .....	42
7.3 Racionalidad ambiental .....	42
<b>8. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>43</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>45</b>
<b>10. Anexos.....</b>	<b>52</b>
Anexo 1. Preguntas realizadas durante entrevista semiestructurada .....	52
Anexo 2. Tabla de frecuencias de factores influyentes en la conservación privada de acuerdo a entrevistas propietarios de RNSC .....	53
Anexo 3. Matriz de coeficientes de correlación lineal entre factores que .....	54
Anexo 4. Código utilizado en Netlogo para la representación de toma de decisiones y la construcción de escenarios.....	55

## 1. Introducción

La fragmentación de ecosistemas, en especial en paisajes altamente transformados como los Andes Colombianos, es una de las principales amenazas a la biodiversidad que existe en el país (Chaves Salamanca et al., 2007; Etter et al., 2017). Aquellos paisajes naturales transformados en paisajes rurales, contienen remanentes de ecosistemas naturales inmersos en un mosaico de sistemas productivos (Lozano-Zambrano et al., 2010). Estos remanentes, e incluso algunos sistemas productivos, son valiosos para la conservación de especies nativas, procesos ecológicos y servicios ambientales (Lozano-Zambrano et al., 2010).

Así mismo, existen ecosistemas que se encuentran inmersos en el mosaico, que no están representados dentro de alguna figura de área protegida de carácter público, lo cual pone en riesgo la protección de la biodiversidad que se encuentre allí contenida (Lozano-Zambrano et al., 2010). De manera consecuente, las áreas protegidas de carácter privado pueden desenvolver un papel importante para la conservación y restauración de ecosistemas naturales que se encuentran en paisajes transformados (Etter et al., 2017). Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), es una figura de área protegida que contempla este tipo de conservación.

Estas reservas son predios, que a voluntad de los propietarios, son destinados parcial o totalmente a la conservación de muestras de ecosistemas naturales (Ocampo-Peñuela, 2010). En dichas reservas, además de la conservación, es posible llevar a cabo también sistemas productivos, turismo, educación ambiental y habitación permanente, entre otras actividades (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2019).

Lo anterior es relevante en la medida que los paisajes rurales son predominantes en extensas zonas de la región Andina, así, en el caso de Cundinamarca el 74% del departamento se encuentra ocupado por ecosistemas transformados (Etter et al., 2017; Institutos de Investigación SINA, 2015). Y en esta medida resulta interesante que sea el departamento con mayor número de RNSC registradas en la Red Colombiana de Reservas Naturales de las Sociedad Civil (RESNATUR, 2019b) y esté entre los cinco departamentos con mayor número de reservas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) (Guerrero-Rodriguez, 2017), concentrándose un gran número de reservas registradas en RESNATUR en San Francisco, y algunos municipios aledaños, como son Subachoque y la Vega (RESNATUR, 2019b).

En esta línea, es importante conocer los factores que llevan a los propietarios de estas zonas rurales a realizar acciones relacionadas con la conservación, pues esto puede permitir a los formuladores de políticas un diseño que promueva estas acciones donde sean necesarias (Featherstone & Goodwin,

1993). Consecuentemente, es importante entender como los dueños de la tierra toman decisiones y comprender los objetivos detrás de estas iniciativas, para establecer herramientas que promuevan coherencia entre los diversos objetivos de uso de la tierra y la conservación (Best, 2002; Ferguson et al., 2015; Kendra & Hull, 2005)

A pesar de la existencia de estudios que pretenden comprender los factores que influyen la toma de decisiones de propietarios de la tierra con respecto al área dedicada a la conservación dentro de sus predios (Best, 2002; Child & Barnes, 2010; Cruz-Coria et al., 2013; Fagan et al., 2013; Featherstone & Goodwin, 1993; Ferguson et al., 2015; Geist & Lambin, 2001; Kendra & Hull, 2005; Lesch & Wachenheim, 2014; Loon, 1999; Measham & Lumbasi, 2013; Metcalf et al., 2019; Niemec et al., 2019; Panchalingman et al., 2019; Ramírez Contreras-Piana, 2018; Stubbs, 2014; Whande, 2004; Yasue et al., 2019), aún existe una gran incertidumbre sobre lo que motiva o inhibe la adopción de prácticas de conservación dentro de predios privados, y existe la necesidad de formular modelos que no solo consideren factores económicos (Lesch & Wachenheim, 2014).

En Colombia, el comportamiento de los propietarios de la tierra respecto al manejo de recursos naturales y los escenarios asociados a un proceso de toma de decisiones no ha sido estudiado a profundidad (Rios-Marin, 2016; Vieira Pak & Castillo Brieva, 2010). En este contexto, la mayoría de estudios desarrollados para mejorar la comprensión de los factores que contribuyen a la sostenibilidad y resiliencia de sistemas socioecológicos, como lo son los paisajes rurales, se ha enfocado en aspectos biofísicos y ecológicos, dejando de lado aquellos factores que fomentan la resiliencia social en diferentes niveles (Rios-Marin, 2016).

Si se conocen los factores y procesos que conforman la dinámica de toma de decisiones por la cual los propietarios de las RNSC en los municipios de Cundinamarca deciden crear las reservas, es posible generar estrategias para promover su creación en los lugares donde sean útiles para las prioridades que se tienen de conservación, así como plantear escenarios de conservación y brindar herramientas para los tomadores de decisiones (Featherstone & Goodwin, 1993).

De esta forma, una herramienta adecuada para ampliar el conocimiento que se tiene acerca de las decisiones asociadas al cambio de la cobertura y uso de la tierra es el modelamiento basado en agentes (ABM) (Brown et al., 2012). Los MBA son un instrumento de representación de los resultados agregados de la toma de decisiones de manera individual (Agarwal et al., 2002; Parker et al., 2012). Usualmente son modelos que constan de dos componentes: uno espacial, que representa el paisaje que se está estudiando, y uno que representa a los tomadores de decisiones y sus interacciones (Parker et al., 2012). Justo esto hace que sea una herramienta adecuada para el análisis de la toma de decisiones para la conservación privada a través de RNSC.

En este sentido, resulta relevante resolver las preguntas: ¿Cuáles son los factores y procesos que determinan el porcentaje de área destinada a la conservación en RNSC en San Francisco, Subachoque y la Vega, Cundinamarca?, ¿Cómo es la dinámica de toma de decisiones por parte de los propietarios en este contexto? y ¿cómo sería un modelo basado en agentes que describieran esta dinámica y cuáles serían los escenarios resultantes correspondientes?

## **2. Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un modelo basado de agentes que represente la dinámica de toma de decisiones de propietarios de RNSC de los municipios de San Francisco, Subachoque y La Vega, Cundinamarca, frente la proporción del área destinada a la conservación en sus predios.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los factores y procesos que determinan el porcentaje de área destinada a la conservación en RNSC en de los municipios de San Francisco, Subachoque y La Vega, Cundinamarca.
- Modelar el proceso de toma de decisiones de los propietarios de las RNSC de acuerdo a los factores y procesos identificados.
- Diseñar escenarios a partir del modelo de toma de decisiones en función de la proporción del área conservada dentro de los predios.

## **3. Marco referencial**

### **3.1 Marco Teórico**

#### **3.1.1 Conservación privada en américa latina**

.La insuficiencia de la conservación a través de áreas protegidas públicas para proteger la naturaleza y evitar su degradación, junto con el aumento del interés de la sociedad civil para participar en la conservación de la biodiversidad, han influido en el crecimiento y reconocimiento de áreas de conservación privada en América Latina (Monteferri & Coll, 2009). A pesar de esto, el interés de la sociedad civil por participar en la conservación de la naturaleza no es nuevo. Desde hace siglos, de manera formal e informal, han existido áreas de protección de carácter privado como parte de las prácticas tradicionales de los pueblos (Stolton et al, 2014; Chacón, 2008). Según Monteferri y Coll (2009), en América, la conservación privada surge inicialmente en el norte, con la conservación voluntaria de tierras privadas llamadas contratos de servidumbre, por parte de los propietarios de estas tierras quienes pretendían limitar los derechos de explotación y desarrollo en sus

propiedades. En la actualidad existen propietarios individuales y comunitarios, redes y sistemas de conservación en la mayoría de países de América.

Según el Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas de Conservación Privada, la conservación privada se define como el conjunto de acciones voluntarias o decisiones individuales o colectivas, que generan procesos de conservación y vinculan a la sociedad civil en la planeación y el ordenamiento territorial, y en el manejo de los recursos naturales (Ocampo-Peñuela, 2010).

La conservación privada abarca varias actividades dentro de las que se encuentran: preservación de fragmentos de ecosistemas naturales, restauración y regeneración de ecosistemas perturbados, aplicación de prácticas productivas sostenibles que complementan la labor de conservación, fortalecimiento de procesos comunitarios de conservación, enriquecimiento de los ecosistemas con especies nativas, mejoramiento de la conectividad estructural y funcional de los ecosistemas del predio, generación de información sobre biodiversidad, ecoturismo, educación ambiental, entre otras que dependen del enfoque del predio, de los intereses de sus propietarios, de la ubicación del mismo y del objetivo que persigue (Ocampo-Peñuela, 2010).

Según Barrera (2003) se reconocen cuatro propósitos principales hacia los cuales se apunta con los mecanismos de conservación privada, que son:

- Propiciar la conectividad de ecosistemas, favoreciendo los flujos y movimientos de especies
- Crear zonas de amortiguación de las áreas protegidas públicas, ampliando el área en conservación y generando una cultura de conservación en las áreas próximas
- Proteger objetos claves para la conservación como ecosistemas estratégicos y vulnerables, y especies endémicas y/o amenazadas de extinción
- Consolidar áreas protegidas públicas, en el caso en que la propiedad privada se encuentra dentro de un área protegida pública pero es muy costoso para el Estado adquirir esas tierras

### **3.1.2 Conservación privada en Colombia: Reservas Naturales de la Sociedad Civil**

En general, se reconocen 9 mecanismos de conservación privada en Colombia: Servidumbre ecológica, arrendamiento, sucesión, co-propiedad, fideicomiso, Reserva Natural de la Sociedad Civil, acuerdo de conservación, el comodato y el usufructo (Ocampo-Peñuela, 2010). Gran número de leyes en el país hacen referencia a la participación ciudadana en términos de políticas ambientales, sin embargo, el rol exacto de la sociedad civil en la conservación en la normatividad está reducida al derecho a conformar Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) (Monteferri & Coll, 2009).

A finales de 1991, la iniciativa de propietarios con el deseo de conservar fragmentos de ecosistemas naturales en sus predios, se tradujo en la consolidación de la Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR) (Ocampo-Peñuela, 2010). Posteriormente, se constituyeron otras organizaciones que asocian RNSC, como Tierrandina y Norte del Valle que trabajan en torno a la proyección de la biodiversidad y el mejoramiento de medios de vida en zonas rurales (Rios-Marin, 2016).

Adicionalmente, en la Constitución Política de ese año, se crea el ministerio del medio ambiente en la Ley 99 de 1993, y en el artículo 109 se define a una Reservas Naturales de la Sociedad Civil como: *“la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, cuyas actividades y usos se establecerán de acuerdo a reglamentación, con la participación de las organizaciones sin ánimo de lucro de carácter ambiental”*. En este documento también se habla del proceso de registro de las reservas, y se excluye de esta categoría a aquellos predios que explotan industrialmente recursos maderables.

Asimismo, en el decreto 1996 de 1999 se reglamentan las RNSC estableciendo objetivos, la zonificación en su interior y los usos y actividades que se consideran sustentables para la conservación, y que pueden ser llevadas a cabo dentro de los predios, como son: la conservación, preservación, regeneración y restauración de los ecosistemas, el aprovechamiento maderero doméstico y el aprovechamiento sostenible de recursos no maderables, educación ambiental, ecoturismo, investigación básica y aplicada, la construcción de tejido social, organización comunitaria y habitación permanente. Por último, en el decreto 2372 de 2010, se incluye a la RNSC como una categoría del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), como la única categoría de carácter privado.

Según Ocampo-Peñuela (2010) la motivación de las personas que convocaron a formalización de las RNSC como área protegida fue principalmente *“contribuir al conocimiento, consolidación y posicionamiento de las iniciativas de conservación de la sociedad civil, a través de procesos de uso y manejo sostenible de la diversidad biológica, para la construcción de tejido social, modelos de vida y desarrollo alternativos, con criterios de equidad generacional, étnica y de género”* (pág. 9). Establecer un predio como RNSC es iniciativa del propietario del predio, de manera libre, voluntaria y autónoma. Según este autor, responde a principios éticos del individuo que lo inspiran a cuidar la biodiversidad de su predio como aporte a los esfuerzos globales de conservación para poder disfrutar de la naturaleza por más tiempo, fortalecer procesos campesinos y para dejarle un mundo mejor a las generaciones futuras. Existen reservas que son propiedad de personas naturales, de Organizaciones No Gubernamentales (ONG), de empresas o de comunidades agremiadas. Cada una es diferente dependiendo de las características del predio y de los objetivos de conservación de sus propietarios, así como del acompañamiento que reciban de diversas organizaciones.

### **3.1.3 Derechos e incentivos de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil**

Un predio puede ser considerado RNSC si conserva al menos un fragmento de un ecosistema natural a pesar de no estar registrado ante el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas del SINAP- RUNAP o ante una organización articuladora como RESNATUR. Sin embargo, en este caso, no hay un reconocimiento del Estado ni el aval de una organización puente (RESNATUR, 2019a)

Los derechos que tienen las RNSC que hacen parte SINAP, de acuerdo al Artículo 11 del Decreto 1996 de 1999 son:

- Derechos de participación en los procesos de planeación de programas de desarrollo.
- Consentimiento previo para la ejecución de inversiones públicas que las afecten
- Derecho a los incentivos (dependientes de la disponibilidad de recursos para su aplicación)
- Los demás derechos de participación establecidos en la ley.

Adicionalmente, existen otros beneficios tributarios establecidos en otras normas y que no aparecen en el Decreto mencionado:

- Posibilidad de descuento del impuesto predial según los acuerdos municipales.
- Exención en renta por servicios ecoturísticos Ley 788/02; Decreto 2755/03; Resolución 890/05.
- La RNSC puede hacer parte de Amigos de la Fauna Resolución 2064/10 MinAmbiente.
- Compensaciones ambientales si existe una afectación por una actividad de los sectores productivos (hidrocarburos) en el área de influencia del predio.
- Pago por servicios ambientales.
- Inversión del 1% de las empresas de hidrocarburos para compensar daños ambientales.
- Dedución de hasta el 20% en la renta líquida en mejoramiento y control ambiental. Artículo 158 -2 Estatuto Tributario. (personas jurídicas).
- Inversiones en control del medio ambiente. (personas jurídicas).

Las anteriores son exenciones o inversiones que son voluntarias y no necesariamente las empresas están obligadas a invertir en RNSC. En el caso del impuesto predial que es un beneficio directo dependiendo de los acuerdos de los concejos municipales, serán las autoridades municipales quienes se encarguen de su administración (RUNAP, 2019).

Por otra parte, los beneficios de la asociación a RESNATUR son la visibilización del esfuerzo de conservación y el compartir espacios de discusión y posicionamiento en temas ambientales e información sobre temas que son

comunes a los intereses de esta organización. Adicionalmente, los propietarios pueden beneficiarse de los diferentes proyectos que gestiona RESNATUR como organización del orden nacional con otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, internacionales y nacionales. Por último, el asesoramiento en temas básicos como situación legal de las reservas y manejo del predio, entre otros, puede ser una ventaja de estar asociado a esta organización (RESNATUR, 2019a).

### **3.1.4 Cambio de uso y cobertura de la tierra**

Los cambios de cobertura y uso de la tierra (conocido como LUCC por sus siglas en inglés-Land Use and Cover Change), hacen referencia a las modificaciones tanto físicas como biológicas de la superficie terrestre y de las actividades humanas que se llevan a cabo allí (Ellis & Pontius, 2007). Hay un acoplamiento entre los cambios en el uso y los cambios en la cobertura, pues cambios en las prácticas de uso alteran la cobertura, así como la cobertura permite ciertos usos específicos (USGCRP, 2018).

Los LUCC son respuestas a procesos sociales y ecológicos que se observan a escala de paisaje (Geist & Lambin, 2001). El estudio de los LUCC desde una perspectiva social, ha prestado atención principalmente a los propietarios o administradores de la tierra, también conocidos como “agentes”, y las circunstancias que definen sus actividades y las relaciones que existen entre ellos (Brown et al., 2012). Mientras que desde una perspectiva ecológica, hay un enfoque hacia las condiciones biofísicas, en especial las características edáficas del territorio, que restringen ciertos usos de la tierra, así como procesos ecológicos en los cuales, a través del cambio en la distribución de las especies o de ciertos disturbios, se llega a cambios en la cobertura de la tierra (Brown et al., 2012).

Geist & Lambin (2001) proponen tres tipos de motores de LUCC conformados por causas próximas, subyacentes y alternativas. Entre las causas próximas se encuentran aquellos factores directos o inmediatos que generan un impacto sobre la cobertura y uso de la tierra principalmente a escala local, como la expansión agrícola o de infraestructura y la extracción maderera. Las causas subyacentes son aquellas fuerzas motoras que soportan las causas más inmediatas, que pueden actuar directamente a escala local o de forma indirecta a escala nacional o global, y están constituidas por un complejo de variables sociales, demográficas, políticas o institucionales, económicas, tecnológicas y culturales que conforman la relación entre el ser humano y la naturaleza. Por último, las causas alternativas hacen referencia a factores biofísicos que ya están predispuestos (como características de la tierra), o a factores que conducen a cambios repentinos como eventos sociales o ambientales desencadenantes.

### **3.1.5 Factores que influyen la selección de uso de la tierra**

Los modelos tradicionales tratan a los propietarios de la tierra como tomadores de decisiones racionales, en la cual la elección de los usos de la tierra depende de la elección de alternativas que maximicen el valor neto presente, teniendo en cuenta de manera comparativa los costos y beneficios (Lesch & Wachenheim, 2014). En

este sentido para explicar el cambio en el uso de la tierra, el análisis económico clásico utiliza una serie de supuestos básicos. Lo más importante es que los agentes económicos, son entidades racionales que tratan de maximizar su ingreso (ganancia) o bienestar (utilidad) (Lesch & Wachenheim, 2014).

Sin embargo, la aplicación de estos modelos puede ser limitada pues los individuos difieren en la medida en que miden su satisfacción en términos monetarios y por premisas como la sustituibilidad entre capital humano y capital natural. Además, de manera particular, la tierra a menudo ha sido el tipo de propiedad cuyos fines van más allá la maximización de los ingresos, por lo cual, su uso viene dado por interacciones complejas de muchas variables. Tratar la tierra de la misma manera que otros productos o factores de producción significa descuidar todos los otros servicios importantes proporcionados por esta (Stubbs, 2014)

En este sentido, hay múltiples razones por las cuales los propietarios de la tierra usan sus predios en diversas actividades. Leff (2010) habla sobre la construcción de una racionalidad ambiental que comprende procesos sociales que parten de condiciones naturales, políticas, culturales, económicas, consideraciones éticas y procesos de transmisión y apropiación que llevan a determinadas acciones y prácticas sociales frente a la naturaleza, como por ejemplo, la emergencia de un discurso del desarrollo sostenible, formas de conciencia ciudadana e imaginarios colectivos. Lo anterior, deriva en una multiplicidad de ambientalismos, que son transversales a las diferentes clases socio-económicas dada la diversidad de actores sociales y las motivaciones para su acción (Guha & Martínez–Alier, 1997; Mainwaring & Viola, 1984).

En esta misma línea, Ostrom (2000) plantea la existencia de mecanismos que encuentran intereses personales e intereses comunes, donde partiendo de valores como la confianza, la reputación y la reciprocidad, se logran explicar las decisiones que acerca del manejo de recursos naturales.

Hubacek & Vazquez (2002) clasifican los factores que influyen sobre la decisiones sobre el uso de la en tres grupos: los factores físicos, biológicos y técnicos, que incluyen la cantidad, la naturaleza, la disponibilidad y las características de los recursos de la tierra, que establecen límites definidos sobre lo que los operadores pueden hacer al usar los recursos de la tierra. En segundo lugar, las instituciones, que son las "reglas del juego" en una sociedad, establecen las limitaciones y los hábitos inconscientes creados por el hombre que dan forma a las interacciones humanas. Y por último, dentro de estas restricciones, las fuerzas económicas, la oferta y la demanda, que configuran el uso actual de la tierra.

### **3.1.6 Modelamiento del cambio de uso y cobertura de la tierra**

Los modelos son usados para formalizar y ampliar el conocimiento que se tiene de un sistema, plantear hipótesis que se puedan poner a prueba empíricamente, y construir escenarios futuros, por lo cual, son usados en diversos campos, incluyendo el estudio de cambios de uso y cobertura de la tierra (Verburg et al., 2006)

Cualquier modelo de LUCC debe contar con un nivel de análisis, una escala y unas fuerzas motoras o explicativas, que consideren las interacciones espaciales, como los efectos de la vecindad, la dinámica temporal y el nivel de integración entre los diferentes subsistemas que contengan el modelo (Verburg et al., 2006).

Hay diversas aproximaciones para el modelamiento de LUCC dado el amplio rango de preguntas de investigación que pueden ser resueltas a través de esta herramienta (Verburg et al., 2006). Así mismo, se han descrito modelos de LUCC desde múltiples disciplinas como son la ecología del paisaje, ciencias de la computación y la economía (Brown et al., 2012).

De manera consecuente, también hay diversos enfoques temáticos en cada modelo, algunos centrados en la simulación espacial de cambios de atributos en el paisaje, otros en los aspectos económicos de deforestación a escalas locales o regionales y otros en la descripción de la toma de decisiones de los propietarios de la tierra (Brown et al., 2012). Para este último enfoque, se destacan los modelos basados en agentes (ABM) como una herramienta de representación de los resultados agregados de la toma de decisiones de manera individual (Agarwal et al., 2002; Parker et al., 2012).

#### **3.1.6.1 Modelos Basados en Agentes (MBA)**

Los modelos basados en agentes (MBA) pueden ser definidos como el estudio computacional de sistemas de agentes autónomos en evolución que interactúan entre sí (Janssen & Ostrom, 2006). Estos modelos permiten comprender interacciones entre agentes heterogéneos, y por lo tanto, los posibles mecanismos causales de sistemas complejos, generando descripciones de abajo hacia arriba de dichos sistemas (Taylor et al., 2016).

Este tipo de modelación puede describir un sistema en términos de actores o instituciones (agentes), que se caracterizan por ciertas reglas de toma de decisiones (comportamiento), que dependen del estado del entorno, el estado del agente y su ubicación espacial (Brown et al., 2012). Cada agente se representa como una entidad computarizada independiente, capaz de actuar localmente en respuesta a estímulos o de comunicarse con otros agentes (Voinov & Bousquet, 2010).

Así mismo, debido a que los MBA vinculan explícitamente las características y el comportamiento de los individuos con sus consecuencias colectivas, proporcionan una herramienta idónea para explorar las consecuencias sociales del comportamiento individual, así como la formación de propiedades emergentes (Bruch & Atwell, 2015). En este orden de ideas, los MBA se han utilizado de manera extensa para la comprensión de la gestión y el uso de los recursos naturales, así como los procesos de adaptación por cambios ambientales (Bousquet & Le Page, 2004; Schulze et al., 2017)

Adicionalmente, los MBA son usados para estudiar diferentes fenómenos sociales, siendo una herramienta que permite analizar múltiples variables e incorporar información empírica, tanto cualitativa como cuantitativa, como datos de entrada o como un medio para probar el modelo (Quezada & Canessa, 2010)(Janssen & Ostrom, 2006; Quezada & Canessa, 2010)

En este sentido, existen diferentes enfoques que permiten usar la información empírica en los modelos, de acuerdo a los datos disponibles. Uno de estos enfoques son los estudios de caso, donde con base en información de diferentes fuentes, por ejemplo entrevistas, observación en campo y sensores remotos, se desarrolla el MBA. Este enfoque es un método híbrido usado en los modelos de cambio de uso del suelo (Janssen & Ostrom, 2006).

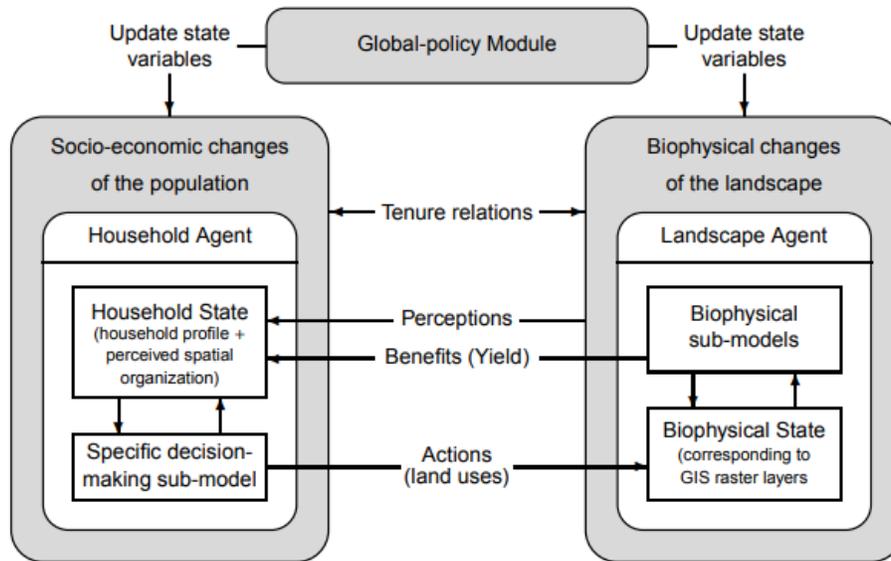
### **3.1.6.2 Modelos basados en agentes para cambios en la cobertura y uso de la tierra**

Los modelos basados en agentes para cambios en la cobertura y uso de la tierra (ABM/LUCC), son reconocidos por ser una herramienta para abordar la complejidad de sistemas socioecológicos y su evolución. Usualmente son modelos que constan de dos componentes: uno espacial, que representa el paisaje que se está estudiando, y uno que representa a los tomadores de decisiones y sus interacciones (Parker et al., 2012). Justo esto hace que sea una herramienta adecuada para el análisis de la toma de decisiones para la conservación privada a través de RNSC.

Los MBA son modelos especialmente susceptibles a vincular múltiples escalas (Brown et al., 2012). En esta medida, hay dos escalas que definen los LUCC, una microescala, en la cual los individuos buscan alcanzar sus objetivos, y una macroescala, que refleja el contexto de estas decisiones. En la microescala entran en juego cambios demográficos, la evolución del mercado laboral y el de productos básicos, el progreso tecnológico y las acciones burocráticas del gobierno en respuesta a fuerzas políticas. Mientras que en la macro-escala, los cambios son impredecibles usualmente, como resultado de interacciones complejas económicas, políticas, institucionales y procesos sociales (Brown et al., 2012).

En este sentido, algunas métricas espaciales del paisaje pueden ser usadas como propiedades medibles que emergen de la toma de decisiones a escala individual. Así las métricas a escala de paisaje serían las salidas del modelo y las entradas se encontrarían a la escala de la toma de decisiones (Parker et al., 2012).

Schindler (2009) presenta un marco conceptual llamado GH-LUDAS (GHana Land Use DynAmic Simulator) diseñado para modelar un sistema socio-ecológico asociado a una cuenca en Ghana, como una herramienta para predecir patrones de uso y cobertura de la tierra (Figura1).



**Figura 1. Esquema de modelo de basado en agentes de cambio y uso de la tierra tomado de (Schindler, 2009)**

Es un marco que puede ser utilizado para la simulación de sistemas donde la toma de decisiones del ser humano son el puente entre los componentes biofísicos y socio-económicos (Schindler, 2009). Cuenta con cuatro módulos: el ser humano, el paisaje, las decisiones y políticas globales.

- El módulo del paisaje está constituido por aquellos atributos que conforman el entorno de los agentes, los cuales serán asignados como variables de estado a cada una de las celdas dentro de la cuadrícula que lo representa. Dentro de estas variables se pueden incluir el uso y la cobertura de la tierra, características ecológicas de territorio, la accesibilidad, el tipo de tenencia y el rendimiento productivo, entre otras. Igualmente será necesario la formulación de reglas que representen los mecanismos y respuestas de los agentes del paisaje. Dichas reglas suelen estar relacionadas con las relaciones de tenencia y los flujos de información entre los agentes pertenecientes al módulo humano y su entorno.
- El módulo humano está dado en términos de agentes locales. Sus variables de estado incluyen cierto perfil, que puede tener variables como la edad, que cambia de manera natural, o el ingreso económico, que cambia de acuerdo a otros parámetros como por ejemplo ciertas políticas. Igualmente, este perfil incluye cierto rango de acción en el paisaje, donde cada agente puede tomar acciones.
- Los mecanismos de toma de decisiones, son un módulo aparte, pero que está integrado al módulo humano, y tiene entradas desde el perfil de los agentes, el perfil de cada parche del paisaje y de ciertas políticas. Las decisiones que son tomadas se encuentran dentro de un conjunto discreto de opciones, como por ejemplo, el tipo de cobertura de la tierra para cierto parche dado, y se elige de acuerdo a una función de utilidad, que debe

incluir una variable que indique la preferencia, y cierta probabilidad asociada.

- El módulo de políticas globales consta de factores externos que modifican directamente las variables relacionadas con el paisaje y las variables relacionadas con los tomadores de decisiones, o alteran la forma en que el paisaje interactúa con los agentes.

### **3.2 Antecedentes**

#### **3.2.1 Antecedentes de contexto**

La dinámica de LUCC en los andes colombianos, como en diferentes municipios de Cundinamarca, ha sido estudiada principalmente a través del análisis de imágenes satelitales (Avellaneda, 2017; Pencue-Fierro & Figueroa-Casas, 2015; Rodríguez-Eraso et al., 2012; Torres, 2017); aunque existen investigaciones que hacen uso de otras herramientas para el análisis de dicha dinámica (Rocha et al., 2019). Se ha encontrado que las coberturas más sensibles al cambio son los bosques y los pastizales, siendo la explotación de materiales de construcción, las plantaciones forestales, la elevación, el tipo de suelo y la distancia a carreteras y ciudades, los principales factores de cambio (Avellaneda, 2017; Pencue-Fierro & Figueroa-Casas, 2015; Rodríguez-Eraso et al., 2012; Torres, 2017).

Adicionalmente, Rocha y colaboradores (2019), a partir del conocimiento de experto y caracterizaciones basadas en literatura sobre procesos y patrones de cambio de uso del suelo, encuentran que la deforestación, el comercio internacional, las mejoras tecnológicas y las iniciativas de conservación son factores clave del cambio en el uso de la tierra. Por otra parte, la migración rural, el arrendamiento, la fijación de precios de la tierra, los conflictos en los derechos de propiedad y los efectos indirectos internacionales son causas comunes que están detrás en las transiciones del uso de la tierra.

#### **3.2.2 Antecedentes temáticos como**

En el trabajo de (Rios-Marin, 2016) se hace una revisión de la contribución de Reservas de la Sociedad Civil en términos de área asignada a la conservación de los bosques en toda Colombia. Una de las partes de esta investigación es encontrar cuál es la influencia del tamaño de la propiedad, el nivel de dependencia para la subsistencia y el apoyo institucional a través de diferentes tipos de organizaciones puente en la proporción de la propiedad asignada a la conservación. Así mismo evalúa la influencia de otros factores como las características del predio e incentivos económicos, impuestos y costos de oportunidad en la proporción de propiedad asignada a la conservación. Su principal fuente de información, fueron entrevistas semiestructuradas. Entre los resultados obtenidos en dicho trabajo se encuentra que alrededor del 80% de los propietarios de reservas asignaron al menos el 20% de sus propiedades a conservación del bosque y que hay bajos niveles de confianza en las reservas para la subsistencia. Bajos niveles de sostenibilidad económica y la relación con una organización puente se asociaron con mayores proporciones de las propiedades asignadas a la conservación de los bosques. Su forma de dar

respuesta a su pregunta en esta parte de la investigación, fue usar una regresión lineal múltiple por pasos y un análisis de componentes principales, como guía para la construcción de modelos lineales para comprender la influencia combinada de todas las propiedades y las variables socioeconómicas del hogar en la proporción de propiedad asignada a la conservación.

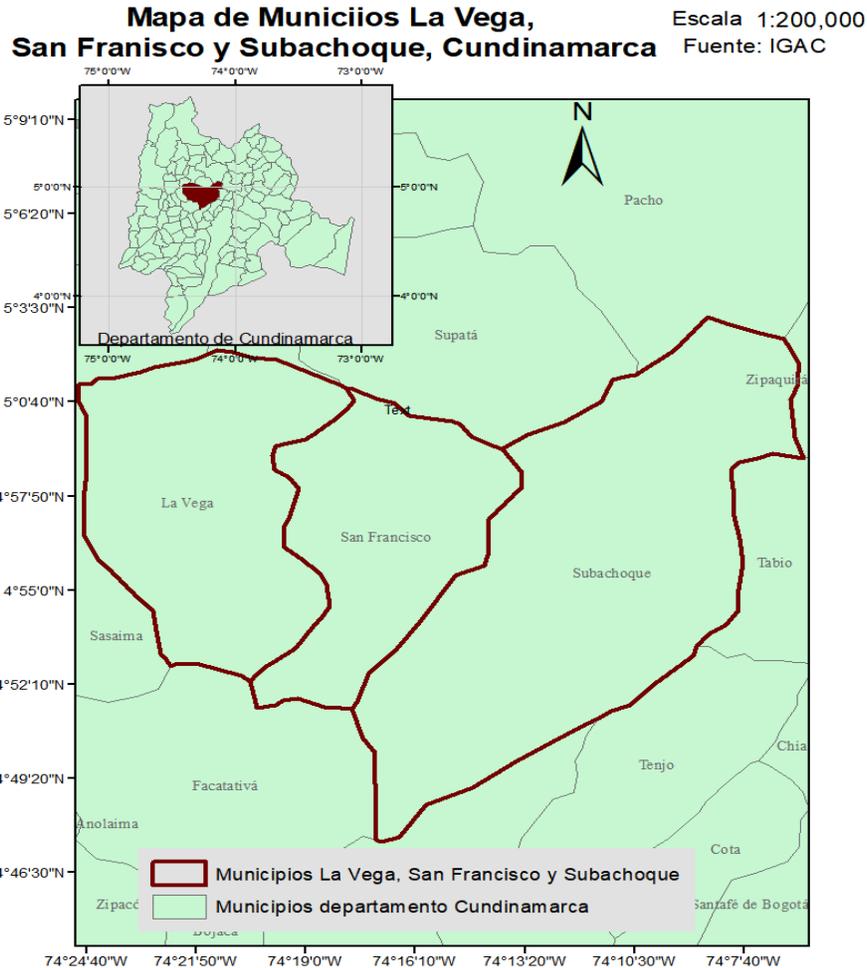
Quintero (2015) estudia por qué los dueños de áreas privadas en el departamento del Valle del Cauca conservan la naturaleza en sus propiedades. Considera explicaciones entre la teoría económica de la elección racional, la teoría económica sobre los comportamientos altruistas y recíprocos y la teoría de la psicología social sobre los valores de orientación cultural. Encontrando a que las razones predominantes para la conformación de las reservas naturales son el interés propio y la valoración de la naturaleza por parte de sus dueños (Quintero López & Arias Arbeláez, 2016)..

A diferencia de los estudios anteriormente mencionados, este trabajo realiza el análisis de escenarios definidos por la dinámica de toma de decisiones de propietarios de la tierra frente al área destinada a la conservación en tierras de carácter privado en RNSC en Cundinamarca. Lo anterior se hace desde el marco de cambio de uso y cobertura de la tierra, a partir del modelamiento basado en agentes, con el objetivo de mejorar la comprensión de este sistema.

#### **4. Área de estudio**

El área de estudio está conformada por tres municipios de Cundinamarca: La Vega, Subachoque y San Francisco. Entre los tres municipios se encuentran concentradas 21 Reservas Naturales de la Sociedad Civil: Hay 14 en San Francisco, 4 en La Vega y 3 en Subachoque (RESNATUR, 2019b).

El municipio de San Francisco, Cundinamarca, hace parte de la provincia del Gualivá. Contaba con una población estimada de 8.187 habitantes para el año 2005. Tiene una superficie terrestre de 118 km<sup>2</sup>. Limita por el norte con Supatá y La Vega, por el oriente con Subachoque, por el sur con Facatativá y por el occidente con La Vega (Alcaldía de San Francisco, 2016) (Figura 1).



**Figura 2. Mapa Municipio La Vega, San Francisco y Subchoque,  
Cundinamarca**

El municipio de San Francisco presenta una temperatura media de 20°C en la mayor parte del territorio, con una precipitación media anual de 1.493 mm, tiene una altitud de 1.520 m.s.n.m. y está ubicado a 52Km de Bogotá 6 D.C. (Gona, 2014). Las principales actividades económicas del municipio son la agricultura, la ganadería y el comercio. Los principales cultivos son café, maíz, plátano y caña panelera. Algunos cultivos que se producen en menor escala son: aguacate, tomate, frijol, yuca y arveja (Ruiz 2006). El principal ecosistema que se encuentra en el municipio es bosque andino húmedo (Ruiz, 2006).

Así mismo, el municipio de la Vega, hace parte de la provincia del Gualivá, al igual que San Francisco; su población estimada es de 13.757 habitantes. Tiene una superficie terrestre de 153.52 km<sup>2</sup>. Limita por el norte con los municipios de Vergara y Nocaima, por el oriente con Supatá y San Francisco, por el sur con Facatativá y por el occidente con Sasaima. El municipio presenta una temperatura media de 22°C, tiene una altitud de 1.230 m.s.n.m., está ubicado a 54Km de Bogotá 6 D.C. (Alcaldía La Vega Cundinamarca, 2019). La Vega es un municipio

de vocación rural. Sus principales actividades económicas son la producción pecuaria, la agricultura, y el comercio. Los principales cultivos son café, caña de azúcar, plátano, cacao y tomate. Algunos cultivos que se producen en menor escala son frijol, maíz, auyama y guatila (Alcaldía La Vega Cundinamarca, 2019)

Por otra parte el municipio Subachoque, hace parte de la provincia de Sabana de Occidente; su población estimada de 13.153 habitantes en 2011. Tiene una superficie terrestre de 212 km<sup>2</sup>. Limita por el norte con Pacho, por el oriente con Zipaquirá, Tabio y Tenjo, por el sur con Madrid y el Rosal y por el occidente con San Francisco, Supatá. El municipio presenta una temperatura media de 13°C, tiene una altitud entre 2.663 y 3.650 m.s.n.m., está ubicado a 32Km de Bogotá 6 D.C. Sus principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería y el sector micro-empresarial (Consejo Municipal de Subachoque, 2013).

Como parte de este estudio, se tuvieron en cuenta tres reservas que pertenecen al municipio de San Francisco, una al municipio Subachoque y una a la Vega como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 1.)

**Tabla 1.** Descripción de las RNSC de los propietarios entrevistados

<b>Nombre RNSC</b>	<b>El Silencio</b>	<b>La Nube</b>	<b>Chuguacá</b>	<b>Passiflora</b>	<b>La Disculpa</b>
<b>Municipio</b>	San Francisco	San Francisco	San Francisco	Subachoque	La Vega
<b>Vereda</b>	La Laja	La Laja	Sabaneta	Altania	San Juan de la Vega
<b>Área total</b>	130 hectáreas	120 hectáreas	385 hectáreas	6.4 hectáreas	10 hectáreas
<b>Área de conservación</b>	61 hectáreas	66 hectáreas	225 hectáreas	6.4 hectáreas	8.5 hectáreas
<b>Porcentaje de área conservada</b>	46,9	55	58,4	100	85
<b>Año de adquisición de predio</b>	1984	1982	1979	1992	1981
<b>Año de consolidación como reserva</b>	1997	1992	2011		2008
<b>Principales ecosistemas conservados</b>	Bosques de niebla	Bosques de niebla	Bosque andino	Bosque de Roble	Bosque premontano

<b>Sistemas productivos</b>	Ganadería para producción de leche	Ganadería para producción de leche	Ganadería para producción de leche	Ninguno	Árboles frutales, aromáticas para autoconsumo
<b>Asociado a RESNATUR</b>	si	si	si	no	si
<b>Afiliación a RUNAP</b>	no	no	no	no	no
<b>Nombre propietario entrevistado</b>	Claudia Durán	Ana María Montoya	Juan Ramón Giraldo	Orlando Rodríguez	Marcela Santamaría

### **El Silencio**

El Silencio se encuentra ubicada en el municipio de San Francisco (Cundinamarca), en la vereda la Laja. La reserva cuenta con una extensión aproximada de 130 hectáreas de las cuales 61 son usadas para conservación. Se encuentra a una altura entre los 2800 msnm. Según la propietaria del predio el ecosistema presente en la reserva es el bosque de robles, de *Quercus humboldtii*, una pequeña parte de bosque andino de niebla y otra zona grande de un bosque achaparrado andino con Encenillos y Arrayanes. Los bosques nativos han aumentado su extensión y la mayor parte de los potreros han sido rodeados de cercas vivas. Se tienen registros de unas 610 especies de plantas vasculares, así como más de 100 especies de aves\_ (Schmidt, 2017). La actividad productiva de la reserva es la ganadería para la producción de leche.

### **La Nube**

La RNSC La Nube se encuentra ubicada en el municipio de San Francisco (Cundinamarca), en la vereda la Laja. Cuenta con características biofísicas similares a la reserva El silencio ya que se encuentra ubicada en el mismo municipio y en la misma vereda.

La reserva cuenta con una extensión aproximada de 120 hectáreas de las cuales 66 son usadas para conservación donde se hallan nacederos de agua. Según la propietaria del predio el ecosistema presente en la reserva es el bosque andino húmedo. La especie más abundante del bosque es el encenillo y las familias con el mayor número de especies son Asteraceae y Cunoniaceae y se han encontrado 85 especies de orquídeas (García, 2017). La actividad productiva de la reserva es la ganadería para la producción de leche. Adicionalmente, se realizan labores de educación ambiental como charlas sobre orquídeas organizadas por Ramón de Bedout y se cuenta con espacios como el arbolaurm, un jardín de

suculentas, el jardín rosado, de anturios y una huerta para autoconsumo sembrados por Ramón junto con Julio Caicedo.

### **Chuguacá**

La RNSC Chuguacá se encuentra ubicada en el municipio de San Francisco (Cundinamarca), en la vereda Sabaneta. Cuenta con características biofísicas similares a la reserva anterior ya que se encuentra ubicada en el mismo municipio.

La reserva cuenta con una extensión aproximada de 385 hectáreas (compuesto por diferentes predios) de las cuales 225 son usadas para conservación. Según un propietario del predio el ecosistema presente en la reserva es el bosque primario de niebla. El árbol Chuguacá es insignia de la zona esta es la razón del nombre de la reserva. La actividad productiva de la reserva es la ganadería para la producción de leche y sistemas silvopastoriles.

### **La Disculpa**

La RNSC La Disculpa se encuentra ubicada en el municipio de La Vega (Cundinamarca), en la vereda San Juan de la Vega. La reserva cuenta con una extensión aproximada de 10 hectáreas de las cuales 8.5 son usadas para conservación, se encuentra a una altura de 2800 msnm. Según la propietaria del predio el ecosistema presente en la reserva es el bosque premontano donde hay nacederos de agua. En la reserva no existen sistemas productivos, pero si se ha implementado el cultivo de árboles frutales y plantas aromáticas para el autoconsumo. Adicionalmente la reserva ha sido utilizada como centro de investigación para trabajos de grado, entre otros.

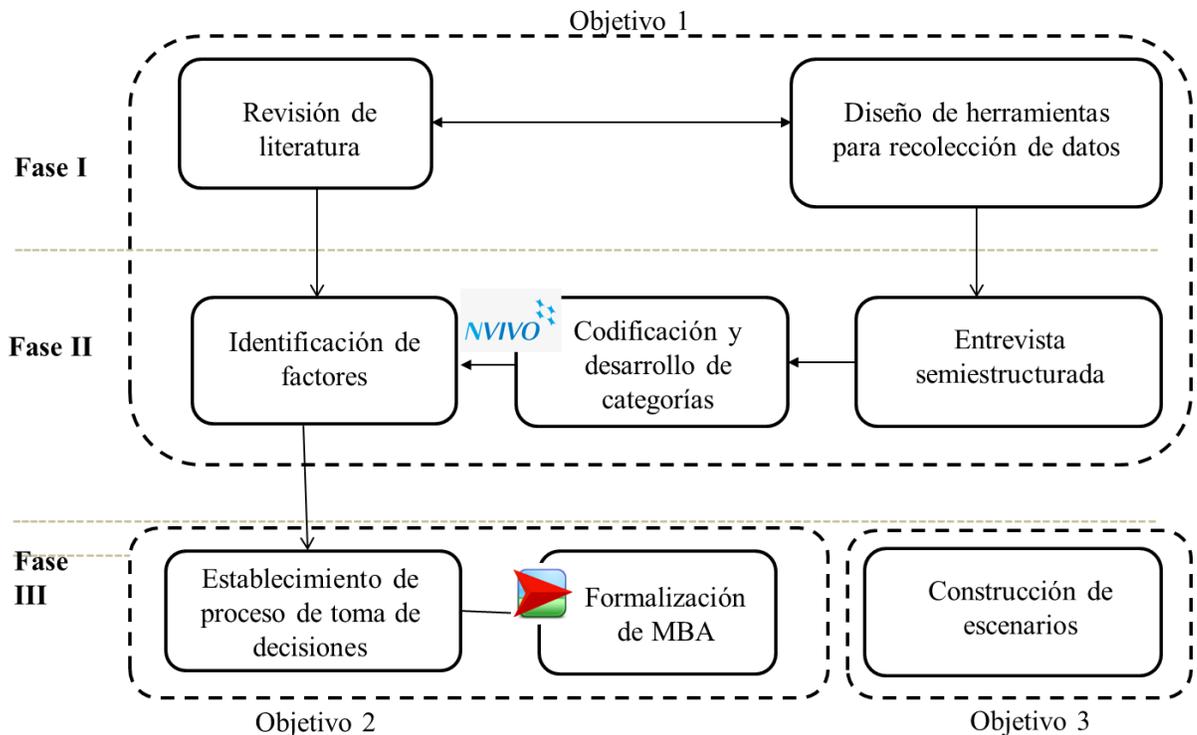
### **Passiflora**

La RNSC Passiflora se encuentra ubicada en el municipio de Subachoque (Cundinamarca), en la vereda Altania. La reserva cuenta con una extensión aproximada de 6.4 hectáreas de las cuales todas usadas para conservación. Según el propietario del predio, el ecosistema presente en la reserva es el bosque de Robles. Adicionalmente cuenta con un cultivo de anturios de alta montaña bajo el robledal. En la reserva no existen sistemas productivos.

## **5. Metodología**

Esta investigación se llevó a cabo mediante el estudio de caso de RNSC en los municipios de San Francisco, la Vega y Subachoque, Cundinamarca, a través de tres fases (Figura 3). La primera y segunda fase están diseñadas para identificar los factores y procesos que determinan la proporción del área destinada para la conservación en tierras de carácter privado dentro de RNSC en este departamento, lo cual satisface el primer objetivo de este trabajo. La tercera fase pretende modelar el proceso de toma de decisiones de los propietarios de acuerdo a los factores y procesos identificados mediante un

modelo basado en agentes, y así mismo diseñar escenarios a partir del modelo de toma de decisiones, acorde al segundo y tercer objetivo.



**Figura 3. Diagrama metodológico**

Con la finalidad de satisfacer el primer objetivo, se realizó una triangulación de información obtenida a partir métodos cualitativos (entrevistas), sistemas de información geográfica y la búsqueda de fuentes de información secundaria. La triangulación de información permite analizar un fenómeno desde diferentes acercamientos lo cual ofrece una visión más amplia, y por ende, una comprensión más profunda del sistema estudiado.

### Fase I

Para comenzar, se efectuó la búsqueda de información secundaria en bases de datos (Web of Science, Scopus, Scielo y Resnatur). Las referencias bibliográficas seleccionadas contienen los conceptos: conservación privada, toma de decisiones y/o conservación por propietarios de la tierra o actores locales o comunidades base. El análisis de estas referencias permitió localizar otros artículos de interés, así como seleccionar y diseñar herramientas de colección de datos. El resultado principal de esta búsqueda fue una lista de factores que incentivan o desmotivan a propietarios en paisajes rurales a destinar parcial o totalmente su predio a la conservación de un ecosistema, entendiendo la conservación como todas aquellas acciones encaminadas a mantener la integridad de los ecosistemas, evitando la fragmentación, la explotación o conversión de coberturas mediante el cambio de uso (Schmitz, 2007).

## **Fase II**

Posteriormente, se realizó la recolección de información propiamente del área de estudio, que constó, en primera medida, de seis entrevistas semi-estructuradas a propietarios de RNSC pertenecientes a los municipios, que además de ser aledaños, cuentan con características similares en términos de ecosistemas protegidos, área y relación con la Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (Resnatur). En esta medida, tres de los testimonios recolectados pertenecen a propietarios de reservas ubicadas en Municipio de San Francisco, y dos a municipios aledaños, uno a la Vega y otro a Subachoque. Lo anterior se realizó con el objetivo de verificar y complementar la identificación de factores que se hizo durante la primera fase. Las preguntas realizadas en la entrevista fueron guiadas por cuestionario elaborado por Quintero (2015) (Anexo 1).

Así, teniendo en cuenta que la teoría fundamentada es una herramienta idónea para la traducción de datos cualitativos en reglas de decisión usado para la elaboración de MBA (Andrews et al., 2005; Dal Forno & Merlone, 2012; Ghorbani et al., 2015), se transcribieron las entrevistas y se codificaron para crear categorías temáticas utilizando el programa NVivo (un software de análisis de datos cualitativos), para estructurar posteriormente reglas de decisión (Hutchison et al., 2010). Dichas categorías se elaboraron teniendo en cuenta la frecuencia con que los testimonios hacían referencia a cierta motivación para conservar.

En segunda medida, partiendo de la utilidad de datos espaciales en la construcción de MBA (Robinson et al., 2007), se recopilaron datos espaciales sobre coberturas del área de Estudio (Mapa de Bosque/ no bosque 2016 y Coberturas de la tierra 2010-2012) , así como un mapa de predios, disponibles en el Catálogo de Mapas del IDEAM y en el geoportal del IGAC, respectivamente. Con esta información, y haciendo uso de la herramienta Arc Gis versión 10.6, se reclasificaron las coberturas en áreas conservadas y áreas no conservadas, de acuerdo al criterio de clasificación utilizado por Rios (2016), donde en áreas conservadas se incluyen bosques primarios y secundarios, y en áreas no conservadas las demás coberturas, como son pastos, tejido urbano y cultivos.

## **FASE III**

En la última fase, se eligieron aquellos factores, encontrados tanto en la literatura como en los testimonios, que se encuentran directamente relacionados con la proporción de área destinada a la conservación dentro de los predios. En especial, se tuvieron en cuenta los resultados encontrados por Rios (2016) en la sección *“Voluntary conservation from the Grassroots: Factors that influence forest conservation by campesinos and private landowners in Colombia”*. Dichos factores fueron usados para el diseño del modelo de toma de decisiones.

Para determinar qué factores tienen una relación lineal en la proporción del área destinada a la conservación de acuerdo a los testimonios, se categorizaron las frecuencias con que los propietarios mencionaron cada factor, y se encontraron

los coeficientes de correlación entre estos y la proporción del área destinada a la conservación. Los factores con mayores coeficientes fueron incluidos en el modelo de toma de decisiones.

Posteriormente, usando como marco de referencia el modelo GH-LUDAS (Schindler, 2009), se diseñó un módulo para representar a los propietarios de las RNSC, otro para el paisaje, es decir el territorio de San Francisco, otro para las decisiones y otro para reglas externas del sistema, que en conjunto constituyen un modelo basado en agentes piloto para RNSC en San Francisco, Cundinamarca. EL módulo de propietarios, junto con el módulo de la toma decisiones y de reglas externas, tuvieron en cuenta los factores encontrados anteriormente. El módulo de paisaje, fue elaborado mediante el mapa de zonificación de áreas conservadas y no conservadas.

El modelo se realizó, haciendo uso del software Netlogo, que es útil para este tipo de modelación (Taylor et al., 2016) Así, se efectuaron diversas simulaciones, con diferentes estados de las variables predictoras y se compararon las variables de respuesta, constituidas por el porcentaje de área conservada por predio y el promedio del porcentaje del área conservada por predio. Los estados de las variables predictoras y su relación con las variables de respuesta permitieron la elaboración de tres escenarios: uno que se asemeja a las condiciones actuales, otro en donde se maximiza el promedio del porcentaje conservado por las reservas y otro donde se minimiza, y se evalúa bajo qué estado de las variables predictoras se consiguieron dichos resultados.

## **6. Resultados**

### **6.1 Factores que determinan la conservación en tierras de carácter privado**

Esta sección está dividida en tres etapas: en la primera, se encuentra un resumen de aquellos factores potenciales que, según la literatura, establecen la posibilidad de destinar de forma parcial o total un predio de carácter privado a la conservación. En la segunda etapa, se encuentran los principales factores identificados a partir de testimonios, que verifican y complementan la información encontrada anteriormente. Durante la tercera etapa se eligen aquellos factores relacionados específicamente con la proporción del área destinada a la conservación.

#### **6.1.1 Antecedentes sobre toma de decisiones para conservación en predios privados**

Para entender la toma de decisiones de propietarios de tierras productivas con respecto a prácticas de conservación, es necesario considerar múltiples factores económicos, sociales y físicos (Lesch & Wachenheim, 2014). Las motivaciones para crear un área protegida van desde beneficios sociales (conservación o

recreación), personales (privacidad o beneficios tributarios) hasta familiares (herencia o legado para generaciones futuras)(Stolton et al., 2014).

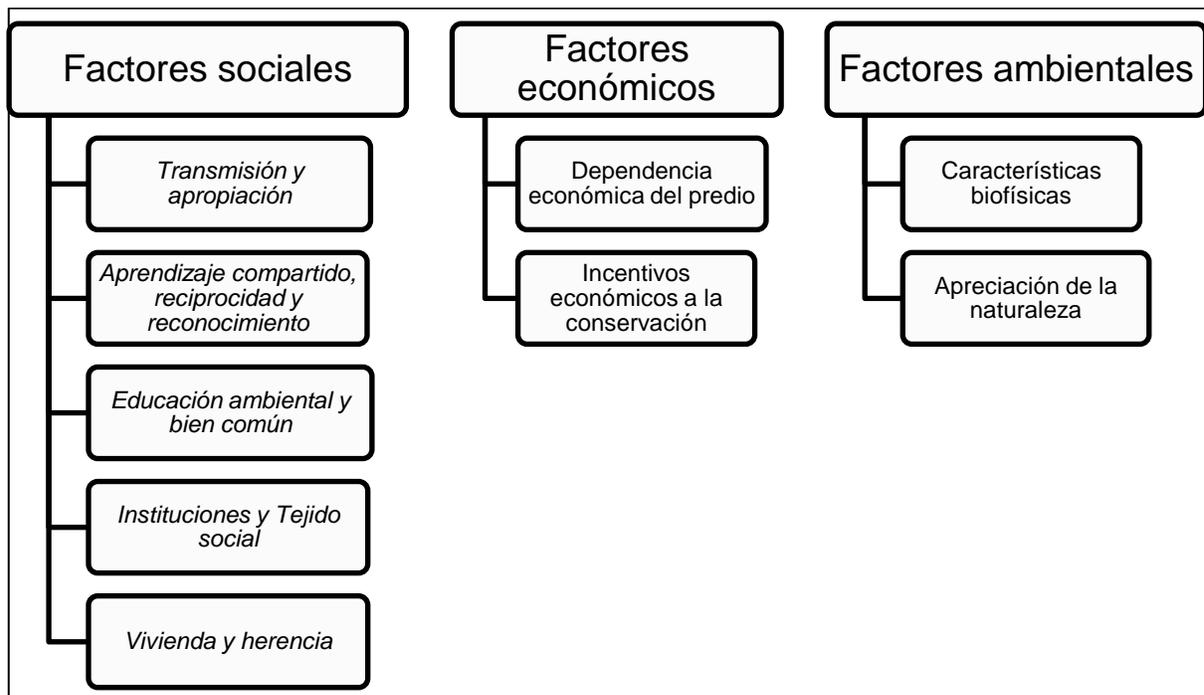
La gestión de recursos naturales por parte de comunidades locales ha abarcado una amplia gama de proyectos y programas sobre estrategias de conservación que tienen como objetivo enfatizar en el papel de residentes locales en la toma de decisiones sobre la cuidado de la naturaleza, y ha sido estudiada en términos de éxitos y fracasos (Measham & Lumbasi, 2013; Whande, 2004). Es decir, se han identificado diversos factores, que en una amplia gama de contextos, que promueven o desmotivan a los propietarios de la tierra a destinar cierto porcentaje de su predio a la conservación. A continuación se presentan los principales resultados (Tabla 2).

**Tabla 2. Factores asociados a la decisión de los propietarios de conservar de sus predios según literatura.**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
Nivel de dependencia económica del predio para la subsistencia	El nivel de dependencia económica influye en el área dedicada a la conservación <ul style="list-style-type: none"> <li>Totalmente dependientes: a aquellos propietarios que dependen económicamente de la reserva y no tienen ingresos externos</li> <li>Parcialmente dependientes: dependen económicamente de la reserva, pero tienen ingresos externos;</li> <li>No-dependientes: No dependen económicamente del predio y tienen ingresos externos</li> </ul>	(Rios, 2016)
Mercados y campañas políticas	Propietarios son motivados a través de la publicidad	(Metcalf et al., 2019)
Reclutamiento	Propietarios que ya conservan motivan a otros propietarios a conservar.	(Niemec et al., 2019)
Pagos por acciones asociadas a la conservación	Incluyen pagos por servicios ambiental, bonos dados por el gobierno, exclusión de pago de impuestos,	(Lesch & Wachenheim, 2014; Panchalingman et al., 2019; Stolton et al., 2014; Stubbs, 2014; Yasue et al., 2019)
Protección de especies o ecosistemas	Acuerdo de conservación para la protección de una especie/ecosistema en particular	(Measham & Lumbasi, 2013)
Turismo	Políticas de ordenamiento territorial, han sido vistas como una oportunidad para darle un valor económico al paisaje mediante el turismo y promover la conservación en territorios privados	(Cruz-Coria et al., 2013)
Conciencia ambiental	Aquellas percepciones, ideas y prácticas que resignifican la relación entre el ser humano y la naturaleza permiten la consolidación de reservas ciudadanas.	(Ramírez Contreras-Piana, 2018)
Acceso a información sobre costos y beneficios de la conservación	La información disponible a los propietarios sobre costos y beneficios, influye en su decisión de adoptar prácticas de conservación.	(Lesch & Wachenheim, 2014)
Calidad de vida	Mantener los atributos de un lugar que son valorados por el propietario es una motivación para conservar	(Stolton et al., 2014)
Prevenir cambios en el uso de la tierra	Puede existir un interés de comunidades locales por preservar valores naturales en áreas expuestas a cambios significativos en el uso o la cobertura de la tierra.	(Stolton et al., 2014)
Estilo de vida	El sentido de la privacidad, de salud y de libertad que produce el bosque en algunos propietarios es un motivo para conservar	(Kendra & Hull, 2005)

### 6.1.2 Factores que determinan la conservación en RNSC en los municipios de La Vega, San Francisco, Subachoque, Cundinamarca

A partir de las entrevistas realizadas, se identificaron diferentes factores asociados a la decisión de los propietarios de conservar de sus predios en los municipios de La Vega, San Francisco, Subachoque, Cundinamarca. Dichos factores fueron agrupados según relaciones de similitud o diferencia creando categorías, y finalmente la mayoría de estas categorías se agruparon en tres grandes grupos: Factores sociales, factores ambientales y factores económicos. Las motivaciones no son excluyentes, sin embargo, por lo general, hay una motivación que responde más a los objetivos e intereses de sus propietarios (Figura 4).



**Figura 4. Principales factores que determinan la conservación en RNSC en La Vega, Subachoque, San Francisco, Cundinamarca**

Por último, transversal a la mayoría de testimonios se encontró una noción de sostenibilidad que reúne algunas motivaciones sociales, otras ambientales y otras económicas, razón por la cual se dejó como una categoría aparte.

A continuación se realiza una descripción de cada una de las categorías encontradas.

#### 6.1.2.1 Factores Sociales

Dentro de esta categoría se encontraron la mayor cantidad de motivaciones que conducen a la decisión de conservar en un predio privado, y hace referencia a todas aquellas motivaciones que tienen que ver con la relación con los otros.

##### 6.1.2.1.1 Transmisión y apropiación

La transmisión y apropiación se refiere al proceso mediante el cual una sola persona o un grupo de personas motivan a otro a conservar. Dentro de las motivaciones sociales, es la categoría más representativa en cuanto a número de referencias que tiene, pues todos los propietarios entrevistados se refirieron a esta como una motivación relevante: *“las personas si se motivan porque ven hechos”* (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019). Esta categoría cobra relevancia pues puede ser considerada como el paso inicial para la conservación.

Es posible identificar que algunos de los propietarios han sido motivados por otras personas mientras que, en otros casos, los mismos propietarios han sido quienes motiven a otros a conservar como se observa en los siguientes testimonios:

*“...una amiga ganadera insistió y de alguna manera iba de acuerdo a mis objetivos”* (J. Giraldo, Reserva La Chuguacá, 2019)

*“...después de varios años de nosotros ser de RESNATUR ... y como medio coquetearles, finalmente hace como 5 años...ya varios se empezaron a animar”* (C. Durán, Reserva El Silencio, 2019)

Es importante destacar que el proceso de transmisión dependerá de la cercanía a otras personas, tanto espacialmente (como a un vecino):

*“normalmente salen con un arbolito con una semillita con algo y alrededor ya hay unos 3, 4 predios que han copiado la idea”* (O. Rodríguez, Reserva Passiflora , 2019)

como en términos de relaciones personales (como a la familia):

*“..cuando es una forma de vida lo que buscas es transmitir esto a las personas que te rodean y sobre todo a las personas más cercanas”* (M. Santamaría, Reserva La Disculpa, 2019)

#### **6.1.2.1.2 Aprendizaje compartido, reciprocidad y reconocimiento**

Estas tres categorías están directamente relacionadas pues hacen parte de las motivaciones que provienen de la relación con los otros en términos de intercambio, y aumentan o mantienen el deseo por conservar. Hay acciones recíprocas que implican el intercambio de conocimiento o compartir aprendizajes, como muestra el siguiente testimonio:

*“...y con mi sobrina tuvimos la posibilidad de tomar un curso de aves allá y después lo invitamos a que dictara un curso de aves allá en la Nube...”* (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)

Y otras que representan el intercambio de insumos para la conservación:

*“me mandan semillas yo mando semillas intercambiamos y no tengo esta y yo tengo esta”* (O. Rodríguez, Reserva Passiflora , 2019)

El reconocimiento está dado en términos de la valoración que dan las otras personas a la labor de conservación. A diferencia del aprendizaje compartido y la

reciprocidad, el intercambio está dado en términos de la satisfacción personal que brinda la valoración del otro por aquello que la otra persona siente que está recibiendo gracias a la conservación.

Se encontró que para los propietarios el reconocimiento no es una de las principales motivaciones de conservación, pero si está presente en su labor.

*“no lo hacemos por reconocimiento, claro que obviamente cuando una persona va a ese sitio queda maravillado con el lugar y lo aprecia...las personas que tienen la oportunidad de tener la charla con mi cuñado, quedan, pues, fascinados con el tema, pero lo hacemos es por convicción, más que por retroalimentación de la sociedad, ya que estamos seguros del sentido que tiene esto”* (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)

### **6.1.2.1.3 Educación ambiental y bien común**

La educación ambiental y el bien común son una categoría que comprende discursos relacionados con la prestación de servicios al otro a través de la reserva como una motivación para conservar. La educación ambiental representa todas aquellas acciones que permiten una transformación la percepción y relación que se tiene con la naturaleza.

*“va gente de las universidades, van los niños invito de las veredas de las escuelas si hacemos practicas muy bacanas de los sentidos porque hay mucha hierbita huele rico hay zanahoria salvaje no produce zanahoria pero el olor no te lo imaginas entonces esas experiencias con los niños son muy chéveres”* (O. Rodriguez, Reserva Passiflora , 2019)

La educación ambiental está ligada al bien común pues se expone todos aquellos servicios ecosistémicos que se traducen en bienestar humano y social.

*“el eje más importante de los proyectos de sensibilización que tenemos allá...en esta charla que da mi cuñado, el habla de que porcentaje queda de bosque andino húmedo que es muy poquito, ahorita no me acuerdo el porcentaje, pero es muy poca, entonces, pues es el generador en gran parte del agua, y en esa medida pues donde más va a estar el bienestar de la sociedad si o en el agua que se consume”* (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)

En esta medida es bien sabido por los propietarios que la conservación tiene efectos positivos sobre el bienestar de otros, en especial cuando hay asociación de los servicios dados por el agua.

*“pues porque allá hay muchos nacederos, nacimientos de agua, quebradas que surten otros ríos entre ellos el rio cañas que lleva el agua a San Francisco, que lleva el agua a los vecinos de más abajo y entonces en ese sentido también es muy importante”* (C. Durán, Reserva El Silencio, 2019)

#### **6.1.2.1.4 Instituciones y Tejido social**

Esta categoría hace alusión a las motivaciones para conservar que tienen que ver con la asociación con otras personas. Todos los propietarios realizaban acciones de conservación antes de asociarse a RESNATUR. Solo uno de los propietarios, a pesar de relacionarse con personas asociadas, no está inscrito formalmente a la red.

La asociación con RESNATUR, a pesar que no representa un incentivo económico explícito, representa otro tipo de incentivos para los propietarios que generan mayor motivación que los incentivos que permite el registro ante el RUNAP.

*“pues hacer parte de RESNATUR ya es algo que le da a uno un sentido de pertenencia y adicionalmente le permite saber, qué están haciendo otras reservas lo cual es muy motivante”* (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)

En este sentido hay una fuerte relación entre RESNATUR y la construcción de tejido social para los propietarios.

*“pues personalmente yo creo que hacer tejido social ya sea el tejido natural, pueden ir de la mano, porque se van juntando bosques, uno se va agrupando con los bosques que tiene cercanos para ver qué están haciendo, se va conociendo con ellos va compartiendo el conocimiento que tiene, va recibiendo el conocimiento las otras personas, y también yo creo que ahí es muy importante la parte del trabajo con los campesinos, de en algunos casos, puede que no se viera tanta sensibilidad al comienzo de la sensibilización con el bosque, entonces.”* (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)

#### **6.1.2.1.5 Vivienda y herencia**

Los testimonios que hacen parte de estas categorías se relacionan con motivaciones para conservar asociadas a la familia. Exceptuando una, las reservas tienen un manejo dado por diversos integrantes de la familia, aunque no en todas son para habitación permanente.

Todos los propietarios consideraron que la motivación por conservar se puede heredar. Incluso varios mencionan la motivación para conservar como una herencia.

*“No, nosotros somos de ciudad, no de finca ni nada, pero mi papá la compro cuando yo tenía como 14 años y ahí uno se empieza a enamorar de la cosa”* (C. Durán, Reserva El Silencio, 2019)

Esto se encuentra en concordancia con el programa de RESNATUR llamados Herederos del Planeta.

Para todos los propietarios conservar para las generaciones futuras es una de motivación para destinar parte de su predio a este fin.

*“Conservación es dejar un entorno, un entorno de vida de calidad para todos no solamente para las personas sino para las plantas, las aves, los insectos, los hongos entonces más que conservar es preservar para el futuro... motivaciones personales, como querer hacer algo, no, pero si querer entregar un entorno menos degradado a mis hijos” (O. Rodríguez, Reserva Passiflora , 2019)*

#### **6.1.2.2 Factores económicos**

Este grupo de factores comprenden la relación económica que tienen los propietarios con el predio y con las motivaciones para conservar, encontrando dos categorías asociados: Incentivos económicos y dependencia económica del predio.

##### **6.1.2.2.1 Incentivos económicos a la conservación**

Los incentivos económicos hacen referencia a retribuciones económicas que van directamente relacionadas con la conservación de un fragmento de un ecosistema. Entre dichos incentivos se encuentran principalmente el pago por ecoturismo y el pago por servicios ambientales. Sin embargo, ninguno de los entrevistados reportó tener ingresos económicos por turismo.

Por otro lado, hay una baja motivación de registro ante el RUNAP, y por ende, hacia los incentivos económicos que permite este registro. Ninguno de los entrevistados está registrado ante esta institución.

*“en este momento no tengo la necesidad de hacer parte del RUNAP, si, no veo, hay personas que o quieren visibilizarse hay otras que lo hacen por tener una cédula y poder entrar en procesos de planificación municipales, yo en mi caso no ha habido una necesidad o un interés puntual” (M. Santamaría, Reserva La Disculpa, 2019)*

Entre las razones para la desmotivación se encuentran los diversos trámites burocráticos.

*“hasta un mensajero que contraté, le dije bueno ya que me va a hacer la vuelta a mi pues hágasela a mis vecinos, y entonces, eeeee ya me la iba a hacer, ya mande todos los papeles y entonces me llegó no según el acuerdo no sé cuantas de si sé qué” (C. Durán, Reserva El Silencio, 2019)*

##### **6.1.2.2.2 Dependencia económica del predio**

La relación económica que tienen los propietarios con su predio puede determinar el uso parcial o total para la conservación. Lo anterior en la medida que si hay dependencia económica de actividades diferentes a la conservación dentro del predio como la agricultura y la ganadería, no es posible dedicar todo el predio a la conservación. En esta medida tres de los entrevistados tienen como actividad adicional a la conservación, la ganadería para producción de leche, por lo cual no pueden conservar el predio en su totalidad. Sin embargo, no hay una dependencia

total de los predios pues cuentan con ingresos externos. El resto de los entrevistados no tienen ninguna relación económica con sus predios, únicamente poseen cultivos para el autoconsumo o no realizan ninguna actividad adicional a la conservación dentro del predio.

### **6.1.2.3 Factores ambientales**

A este grupo de factores se vincularon aquellas motivaciones que se ven influenciadas por una visión y unas prácticas en relación a la naturaleza, lo cual incluye factores estéticos, biofísicos, prácticas ambientales y diversas formas de relacionarse con la naturaleza. Lo anterior incluye una visión presente y futura de los ecosistemas.

#### **6.1.2.3.1 Apreciación de la naturaleza**

En esta categoría confluyen aquellos testimonios de propietarios que conservan por un gusto estético o personal de los bosques o de una especie en particular, llegando a conformar una conexión profunda con la naturaleza, es decir que le dan un valor intrínseco a la naturaleza, y la conservación dentro de los predios les permite este acercamiento.

*“entonces a mí me gustaban mucho los bosques...es como una experiencia espiritual, algo así de que, de alguna manera sientes que eso tiene un valor así no sepas, pues que fue lo que nos pasó al comienzo, y eso nos hizo como una intuición de que eso es muy valioso, y de pronto más valioso que el resto de cosas que no son tampoco económicamente muy buenas ni nada, pero que uno le ve la magia al bosque” (C. Durán, Reserva El Silencio, 2019)*

*“mi cuñado tiene pues su parte de la reproducción tiene la fotografía de las especies in situ y tiene digamos un espacio en el que lleva y digamos hace su colección de las orquídeas dentro del bosque cerquita a la casa también” (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)*

Al darle este valor hacen conciencia de sobre las amenazas, la importancia de conservar

*“...quiero vivir en medio de un bosque y quiero construir para que mis hijos digan que yo les deje un mundo peor del que tenía yo y digamos tan pronto tuve la oportunidad, eh y tan pronto tuve la oportunidad y pude comprar este terrenito empecé a sembrar.” (O. Rodríguez, Reserva Passiflora , 2019)*

*“dicen tenemos que detenernos y tenemos que cuidar...ya como en las amenazas ciertas, del cambio climático ya de lo que está pasando, que son hechos ciertos, que le empiezan a dar fechas límites de supervivencia de la humanidad eso hace que las generaciones ni siquiera las nuevas, todas las*

*generaciones se pellizquen y digan un momento que estamos haciendo acá” (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)*

#### **6.1.2.3.2 Características biofísicas**

Dentro de esta categoría se agruparon aquellas motivaciones a la conservación relacionadas con aspectos netamente físicos o bilógicos del predio, en especial la presencia de nacederos de agua

*“pero la prioridad desde el comienzo era eso, lo primero que hizo mi papá fue proteger todos los nacederos, había parques cercados, el bosque pero por ejemplo, tenían cercas contra los arboles y entonces quitó las cercas que estaban contra los árboles, las cruzó mas lejos, y protegió todo, todo el bosque, que pues dentro es un área grande” (A. Montoya, Reserva La Nube, 2019)*

*“nosotros básicamente tenemos también nacederos, nacederos y pues varias quebradas pequeñas y otra quebrada más grande entonces pero básicamente ese es un bosque que hay que ha sido muy fragmentado y muy intervenido” (M. Santamaría, Reserva La Disculpa, 2019)*

#### **6.1.2.4 Noción de sostenibilidad**

Dentro de esta categoría se encuentran los testimonios que hablan sobre la conservación tipo “land-sharing”, donde en un mismo territorio se encuentra espacios conservados y sistemas productivos.

*“la mirada ha cambiado enormemente...en Cundinamarca...cada vez hay más proyectos de restauración ambiental...hay que acabar con la dualidad producción-conservación” (J. Giraldo, Reserva La Chuguacá, 2019)*

*“la idea es aprovechar el bosque digamos explotar el bosque sin hacerle daño sin tumbarlo y me ha ido muy bien con anturios medios con anturios caramante pues tengo una colección interesante” (O. Rodriguez, Reserva Passiflora , 2019)*

como el equilibrio entre la producción y el cuidado de ecosistemas naturales es una motivación para conservar dentro de los predios.

*“Mira conservar como reserva natural o sea desde la conservación voluntaria, pues la conservación voluntaria privada por la sociedad civil, parte de un convencimiento profundo y una motivación de lo que estás haciendo es un modo de vida, cuando tú decides de tu predio dejar conservando una parte en conservación y no la pones a producir estas cambiando digamos el modelo clásico que trabaja mucha gente, entonces esta forma en que uno conserva y produce sosteniblemente es una forma de vida y cuando es una forma de vida lo que buscas es transmitir esto a*

*las personas que te rodean y sobre todo a las personas más cercanas para que haya un relevo generacional entonces todos los que trabajamos en estos procesos de reservas naturales estamos apostando al relevo generacional” (M. Santamaría, Reserva La Disculpa, 2019)*

En resumen, los factores que determinan la conservación en RNSC en San Francisco, Cundinamarca, de acuerdo a los testimonios recolectados en este trabajo se presentan a continuación (Tabla 3).

**Tabla 3. Factores que influyen a propietarios de RNSC en los municipios de La Vega, Subachoque y San Francisco, Cundinamarca, a destinar cierto porcentaje de su predio a la conservación de ecosistemas.**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Transmisión y apropiación	Una sola persona o un grupo de personas motivan a otro a conservar.
Aprendizaje compartido, reciprocidad y reconocimiento	Relación con los otros en términos de intercambio (de conocimiento, de insumos, agradecimiento o valoración por conservar).
Educación ambiental y bien común	Prestación de servicios al otro a través de la reserva (talleres, proyectos de sensibilización, cuidado de nacedores de agua).
Instituciones y Tejido social	Motivaciones para conservar que tienen que ver con la asociación con otras personas.
Vivienda y herencia	Motivaciones para conservar asociadas a la familia.
Incentivos económicos a la conservación	Retribuciones económicas que van directamente relacionadas con la conservación de un fragmento de un ecosistema.
Dependencia económica del predio	Relación con el predio en términos de ingresos económicos.
Apreciación de la naturaleza	Gusto estético o personal de los bosques o de una especie en particular, llegando a conformar una conexión profunda con la naturaleza, es decir que le dan un valor intrínseco a la naturaleza.
Características biofísicas	Conservación relacionada con aspectos netamente físicos o biológicos del predio, en especial la presencia de nacedores de agua.
Noción de sostenibilidad	Equilibrio entre la producción y el cuidado de ecosistemas naturales como una motivación para conservar.

### **6.1.3 Factores que determinan el porcentaje del área destinada a la conservación en RNSC en La Vega, Subachoque y San Francisco, Cundinamarca**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la sección anterior (Tabla 3), fue posible convertir cada uno de los factores en variables numéricas de acuerdo con la frecuencia que cada testimonio mencionaba dicho factor (Anexo 2). Con estas categorías fue posible determinar los coeficientes de correlación lineal entre los factores y la proporción de área destinada a la conservación (Anexo 3).

De esta manera, se encontró que los principales factores influyentes en la proporción del área asignada a la conservación de acuerdo a las entrevistas realizadas son la **cantidad de acciones asociadas a la educación ambiental** y el **grado de apreciación de la naturaleza**. Lo anterior quiere decir que son las dos variables que tienen un mayor coeficiente de correlación significativo ( $> 0,5$ ) Estas variables, de acuerdo a las frecuencias encontradas anteriormente (Anexo 2), se convirtieron en variables categóricas (Tabla 4).

Es importante tener en cuenta que la diferencia promedio del porcentaje del área destinada a la conservación entre aquellos propietarios entrevistados que realizan pocas y ninguna acción asociada a la educación ambiental es del 8,4%, mientras que esta diferencia entre quienes realizan muchas y ninguna es del 38,9%. De la misma manera, la diferencia entre quienes tienen una apreciación de la naturaleza media y baja es de 17.3%, mientras que la diferencia entre la apreciación baja y alta es del 38,9%.

Por otra parte, de acuerdo a la literatura (Tabla 2) uno de los principales factores que determina el porcentaje del área destinada a la conservación, e incluso el número de propietarios que conservan en sus predios es la **existencia de incentivos económicos** (Lesch & Wachenheim, 2014; Panchalingman et al., 2019; Stubbs, 2014; Yasue et al., 2019)

Por último, según Rios (2016), el factor con mayor correlación entre el porcentaje de área conservada por predio, y que es usado dentro de un modelo predictor de esta variable, es la **dependencia económica del predio**. Esta autora menciona tres categorías de dependencia: Alta, parcial, y sin dependencia. Así, las reservas asociadas a RESNATUR que tienen una dependencia Alta, dedican entre el 14% y 40% de su predio a la conservación, mientras que quienes dependen parcialmente dedican entre el 25% y el 60. Quienes no dependen económicamente de su predio, dedican a la conservación entre el 45% y 95% de su propiedad.

De esta manera fueron elegidas las cuatro variables que fueron tenidas en cuenta para la realizan del modelo de toma de decisiones, como se presenta a continuación.

**Tabla 4. Factores que determinan el porcentaje de área destinada a la conservación dentro de predios privados.**

<b>Factor</b>	<b>Estados del factor</b>
Cantidad de acciones asociadas a la educación ambiental	Muchas Pocas Ninguna

Grado de apreciación de la naturaleza	Alta Media Baja
Dependencia económica del predio	Total Parcial Nula
Incentivos económicos	Presentes/ Ausentes

## 6.2 Modelo de toma de decisiones de propietarios de RNSC frente al área conservada en sus predios

De acuerdo a lo propuesto en la sección anterior (Tabla 4) se configuró el siguiente diagrama de toma de decisiones (Figura 5.).

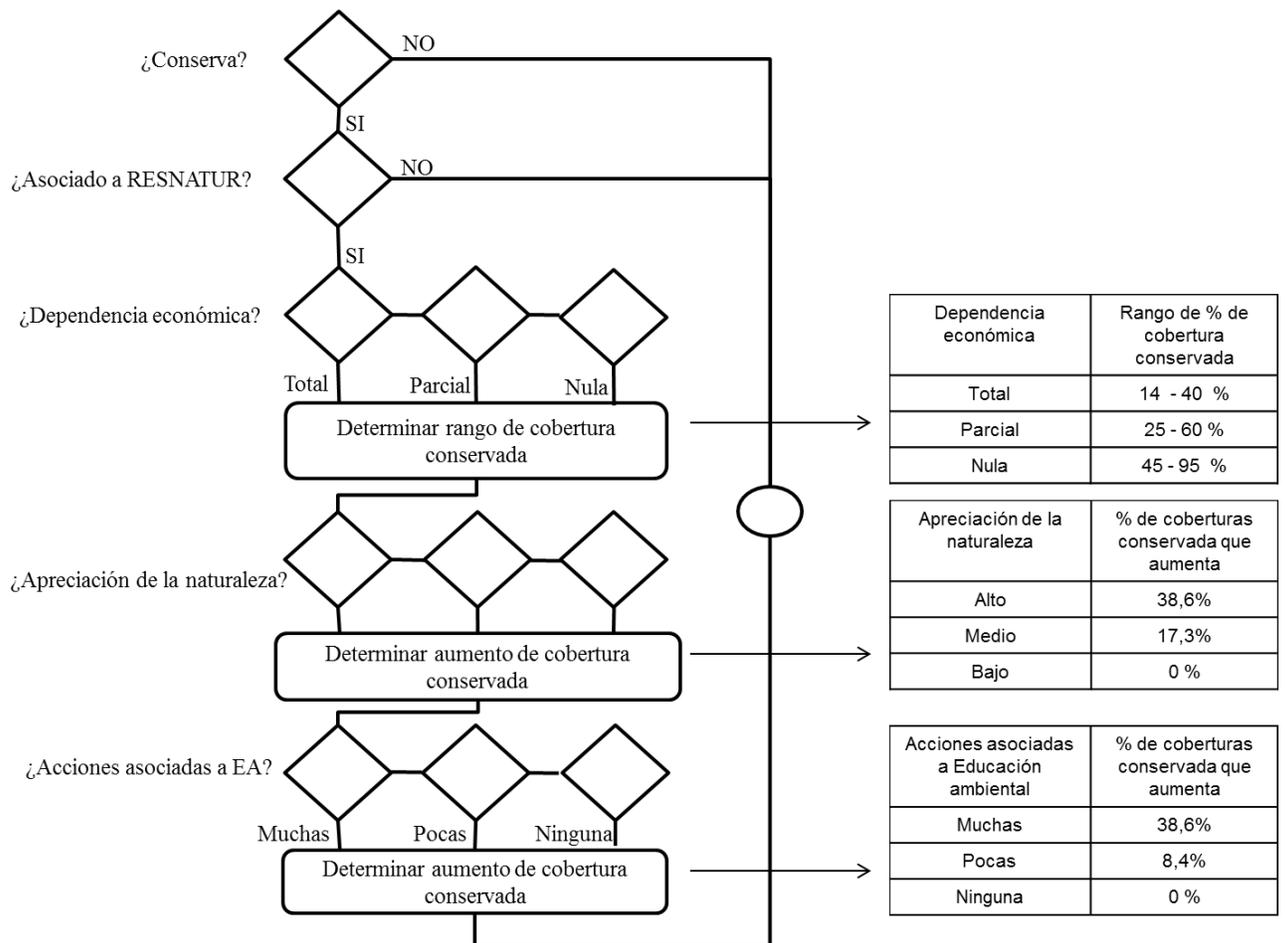


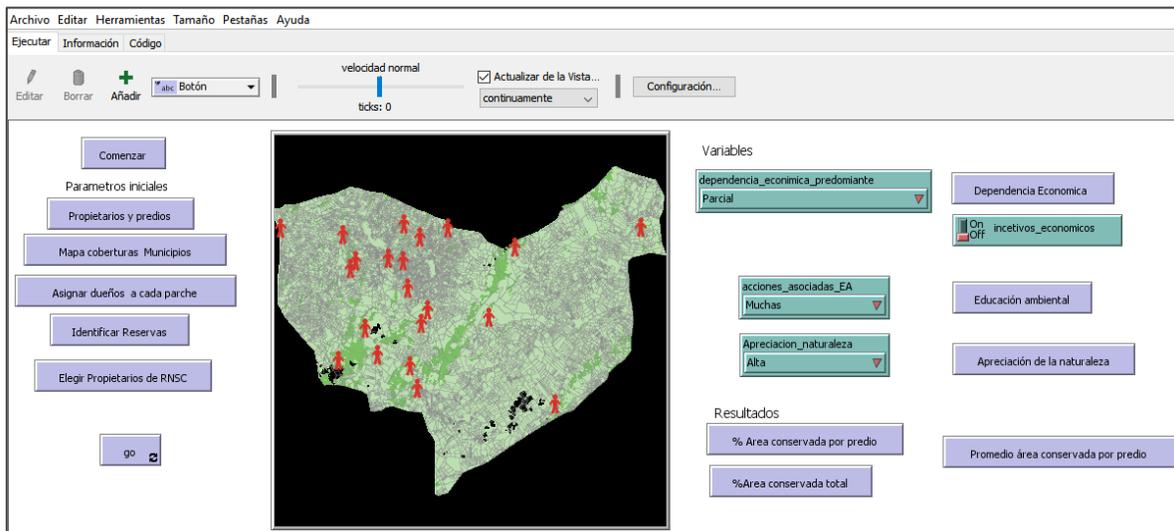
Figura 5. Diagrama de toma de decisiones para frente al porcentaje del predio de acuerdo al tipo de dependencia económica.

Teniendo en cuenta el marco de referencia GH-LUDAS (Schindler, 2009) se construyeron cuatro módulos que permiten estructurar el modelo basado en agente de propietarios de RNSC frente al porcentaje del área conservada en sus predios (Tabla 4). Cada uno de los módulos cuenta con diferentes variables que determinan su comportamiento

**Tabla 5. Módulos que representan modelo basado en agentes para la toma de decisiones frente a la conservación en RNSC en San Francisco**

<p><b>Módulo de predio</b> Predio=</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura (Conservada o no conservada)</li> <li>• Propietario (Número)</li> <li>• Estado de reserva (es parte o no de una reserva)</li> </ul>	<p><b>Módulo de propietario</b> Propietario =</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependencia económica del predio</li> <li>• Grado de apreciación de la naturaleza</li> <li>• Cantidad de acciones asociadas a la EA</li> <li>• Asociado o no a RESNATUR</li> <li>• Conserva o no conserva</li> </ul>
<p><b>Módulo de decisiones</b> Representados por la figura 4 y la tabla 4.</p>	<p><b>Módulo de reglas externas</b> <b>Incentivos económicos</b> (Hay o no hay)</p>

Cada uno de estos módulos permitió, mediante el programa Netlogo, esquematizar el modelo (Figura 6).



**Figura 6. Representación del modelo de toma de decisiones frente al porcentaje de área destinada a la conservación en Netlogo.**

Las figuras rojas representan a los propietarios de RNSC; cada uno de ellos tiene un predio asignado dentro del mapa de La Vega, Subachoque y San Francisco. Los botones de la izquierda permiten la asignación de los parámetros iniciales, y los de la izquierda permiten la simulación del cambio de las variables dependencia económica, cantidad de acciones asociadas a la educación ambiental y grado de apreciación de la naturaleza. A continuación se presentan los supuestos y los parámetros iniciales del modelo.

## **6.2.1 Supuestos del modelo y parámetros iniciales**

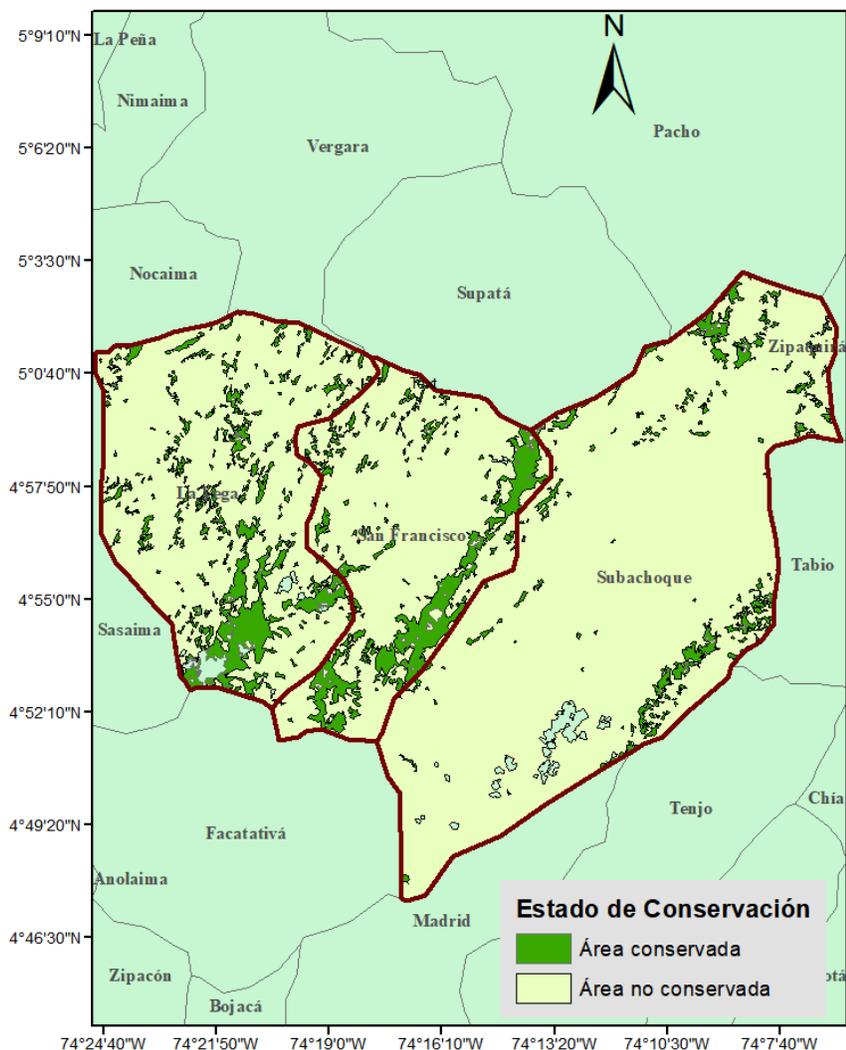
### **6.2.1.1 Módulo de predio**

El módulo del predio contiene las variables cobertura, propietario y estado de reserva que hace referencia a si el parche pertenece o no a una reserva. El mapa de zonificación (Figura 7) fue utilizado para asignar los valores iniciales a cada una de las coberturas para las coberturas.

Después de iniciado el modelo, los valores que toma la cobertura de acuerdo a cada decisión respecto a la dependencia económica fueron dados por los rangos de la proporción de que encontró Ríos (2016).

### Mapa zonificación áreas conservadas y áreas no conservadas

Escala 1:200,000  
Fuente: IGAC, IDEAM  
Proyección: MAGNA-SIRGAS



**Figura 7. Mapa de zonificación de áreas conservadas y áreas no conservadas dentro de los municipios de La Vega, Subachoque y San Francisco.**

Los valores que toma la cobertura de acuerdo a las decisiones tomadas bajo los parámetros: grado de apreciación de la naturaleza y cantidad de acciones asociadas a la educación ambiental, están dados por los rangos encontrados en este trabajo.

#### 6.2.1.2 Módulo de propietario y módulo de decisiones

Actualmente, hay 21 RNSC en los Municipios de La Vega, Subachoque y San Francisco, por lo cual se asignaron aleatoriamente 14 propietarios a predios que

contaran con cobertura conservada. Cada una de las combinaciones de las variables de estado fueron asignadas para la construcción de escenarios.

### 6.2.1.3 Módulo de reglas externas

En el módulo de reglas externas se colocó la existencia o ausencia de incentivos económicos, ya que como tal los propietarios no toman la decisión de su existencia, sin embargo, debe ser incluido dentro del modelo porque se asume que bajo ciertos escenarios tienen un efecto sobre el porcentaje del área conservada en cada predio.

En las simulaciones realizadas en este trabajo, no tuvieron en cuenta este módulo, ya que contrastaba con escenarios plausibles en el área de estudio, por la baja motivación que presentaron los propietarios de reservas a acceder a incentivos económicos.

### 6.3 Escenarios de toma de decisiones de propietarios de RNSC de La Vega, Subachoque y San Francisco, Cundinamarca, frente al porcentaje de área destinada a la conservación en sus predios

Se simularon las diferentes combinaciones de las variables predictoras (Tabla 6). Lo anterior permitió encontrar el promedio del área conservada por predio y establecer bajo qué condiciones de estado se encontraban las proporciones de área dedicada a la conservación máxima, mínima y similar a la reportada actualmente para los propietarios asociados a RESNATUR, que corresponde en promedio al 68% (Rios-Marin, 2016).

**Tabla 6. Resultados de escenarios de toma de decisiones de conservación en RNSC en una simulación del municipio de La Vega, Subachoque y San Francisco**

		Dependencia económica			
		Apreciación de la naturaleza	Total	Parcial	Nula
<b>Acciones EA</b>	Muchas	Alta	42,03	37,50	50,96
		Media	35,37	48,40	44,00
		Baja	31,06	30,74	22,34
	Pocas	Alta	45,84	45,35	34,45
		Media	33,87	35,22	32,20
		Baja	27,80	27,56	33,33
	Ninguna	Alta	33,58	39,51	36,35
		Media	37,47	28,04	35,54
		Baja	22,99	25,24	21,06

El promedio más alto se encontró para la combinación de variables, dependencia económica nula, grado de apreciación de la naturaleza alta y cantidad de acciones realizadas asociadas a la educación ambiental muchas.

El promedio más bajo se encontró para la combinación de variables, dependencia económica: parcial, grado de apreciación de la naturaleza: baja y cantidad de acciones realizadas asociadas a la educación ambiental: ninguna.

El valor máximo no alcanza el valor proyectado por Ríos (2016), esto quiere decir que el modelo está subestimando el porcentaje de hectáreas conservadas por predio.

## 7. Discusión

### 7.1 Dependencia económica de los predios

Diversos autores (Lesch & Wachenheim, 2014; Panchalingman et al., 2019; Stubbs, 2014; Yasue et al., 2019) proponen como principal motivación para la conservación dentro de predios privados incentivos económicos en el marco de programas que promueven el pago por servicios ambientales. Sin embargo, según Ríos (2016), para el caso Colombiano no es uno de los factores más influyentes en la decisión de conservar, por casos de corrupción, que impiden que aquellos incentivos lleguen a los propietarios, la dependencia del pago por la ubicación de las reservas y los largos y costosos procesos burocráticos que se deben llevar a cabo para ser exonerado del pago de impuestos. Lo anterior se encuentra en concordancia con varios de los testimonios que se encuentran en este trabajo. Hay una percepción general del bajo valor que tienen los incentivos económicos frente al esfuerzo de conservación: *“hace varios años nos hacían la excepción del impuesto predial, como una parte de, la excepción el 75% por conservación, que no es mucho porque el impuesto predial es muy bajo en ese municipio”* (C. Durán, Reserva El Silencio, 2019).

Así mismo, a pesar que hay un grado de dependencia económica de los propietarios entrevistados cuyas reservas pertenecen a los municipios de La Vega, Subachoque y San Francisco a estos predios, ninguno mencionó actividades turísticas como una fuente económica alternativa. A diferencia de lo encontrado por Cruz-Coria et al. (2013), quienes plantean la conservación en predios privados como una oportunidad directa para generar ingresos económicos.

De acuerdo con lo anterior, a pesar que el grado de dependencia económica es el principal factor determinante sobre el porcentaje de área conservada por predio, no es la principal razón por la cual los propietarios comienzan a destinar una parte de su predio a la conservación.

En contraste, dentro de los testimonios, se menciona el factor económico como una variable que se supone, impide a otros propietarios comenzar a conservar: *“la gente, especialmente los dueños de robledales, dicen que es un estorbo porque dicen que eso no les da de comer no puede tener vacas y no puede sembrar está vedada la tala de bosques entonces pues el pobre campesino no se va a morir de hambre entonces furtivamente tumba monte pero yo pienso que hay otras alternativas”* (O. Rodríguez, Reserva). Frente a esto, autores como Lesch & Wachenheim (2014), que se encuentran en la línea explicativa bajo una

racionalidad económica, mencionan la disminución de área conservadas frente a la variación del precio de productos básicos, así como (Stubbs, 2014) menciona la disminución de área conservada por el aumento en subsidios a la agricultura.

El escenario con mayor porcentaje de área conservada por predio presenta una predominancia de propietarios que tienen una dependencia económica alta del predio, a pesar de que se esperaba un efecto inverso sobre la proporción de área destinada a la conservación. En esta media (Yasue et al., 2019) plantea que los incentivos económicos dados por el gobiernos no tienen efectos significativos sobre el área destinada a la conservación, pues las motivaciones para conservar recaen sobre diversos motivos personales.

## **7.2 Servicios ecosistémicos**

Al igual que Rios (2016) se encontró que los propietarios perciben ciertos servicios ecosistémicos como beneficios por la conservación. Hay una atención especial a las dinámicas que se desarrollan en torno a la protección del agua. El acceso a fuentes directas de agua es visto como una de las características más valiosas para los propietarios de reservas tienen un fuerte impacto en el valor de la propiedad, en particular en regiones donde hay dificultades con el acceso a sistemas de riego (Rios-Marin, 2016).

Igualmente se mencionaron dentro de la categoría de apreciación a la naturaleza un valor estético asociado al bosque que motiva a los propietarios a conservar. Como menciona Kendra & Hull (2006) existen valores asociados al estilo de vida que se quiere tener, que los propietarios relacionan con el bosque *“es como una experiencia espiritual, algo así de que, de alguna manera sientes que eso tiene un valor así no sepa”* (C. Durán, Reserva El Silencio, 2019).

## **7.3 Racionalidad ambiental**

Ramirez (2018) identifica a la conciencia ecológica como la motivación principal para que propietarios dediquen su predio a la conservación. Esta autora plantea la construcción de conciencia ecológica a través de 3 elementos: relaciones familiares, momentos de cambio y cotidianidad en la naturaleza. Al igual que en la categoría encontrada en este trabajo referente a *Vivienda y herencia*, las relaciones familiares influyen en la decisión de conservar a través de la transmisión de padres a hijos cierta cercanía a la naturaleza, aunque no son el factor más influyente (Ramírez Contreras-Piana, 2018). Stolton et al. (2014) lo nombra como *“legado”*, que consiste en la motivación para conservar asociada a la importancia que una generación le da a un lugar y toma acciones para preservarlo para futuras generaciones. Los propietarios de las reservas también hacen referencia a esta motivación *“más que conservar es preservar para el futuro... motivaciones personales, como querer hacer algo, no, pero sí querer entregar un entorno menos degradado a mis hijos”* (O. Rodríguez, Reserva Passiflora, 2019)

Para Ramirez (2018) el factor determinante en la creación de conciencia ecológica y en esta medida, en la decisión de vivir en una reserva, es la cotidianidad con la naturaleza, lo cual está acorde con los resultados encontrados en este trabajo, donde uno de los factores determinante en las decisiones asociadas a la conservación es la *apreciación de la naturaleza*, que comprende aquellas motivaciones asociadas a una relación cercana con la naturaleza.

En esta misma línea, se plantea que la construcción de una racionalidad ambiental desencadena prácticas cotidianas de grupos sociales, que implican procesos de transmisión y apropiación de dicha racionalidad traducida en conciencia ciudadana e imaginarios colectivos (Leff, 2010). Lo anterior va acorde con lo encontrado en la categoría de *transmisión y apropiación*, pues a pesar que la vida de los propietarios entrevistados no gira entorno a la conservación, a través de las reservas se han ido convirtiendo en difusores de un discurso ambiental como una práctica cotidiana. Justamente esto se ve reflejado en como el escenario con menor porcentaje promedio de área conservada también es aquel con menor rango de apreciación de la naturaleza y acciones asociadas a la educación ambiental.

En este sentido, (Leff, 2011) habla sobre la construcción de una racionalidad ambiental que comprende procesos sociales que parten de condiciones naturales, políticas, culturales, económicas y consideraciones éticas que llevan a determinadas acciones sociales frente a una crisis ambiental, por ejemplo, la emergencia del discurso del desarrollo sostenible. La conciencia ambiental puede ser vista como una propiedad emergente de un conjunto prácticas en relación con la naturaleza. (Ramírez Contreras-Piana, 2018).

Como varios de los testimonios lo nombraron, la decisión de conservar va asociada a una decisión de vida alterna frente a los otros propietarios, y como lo menciona Solorzano (2017), un movimiento social alternativo es un desafío al procurar expandir la experiencia a otros lugares y sujetos. Una propuesta como la conservación privada enmarcada en un contexto de paisajes rurales altamente transformados, como es el de los municipios de San Francisco, la Vega y Subachoque, marca un precedente y como menciona Solorzano (2017) puede verse como un mecanismo de masificación de posturas críticas, así como un cambio incluso en la racionalidad cultural y política que permite el cambio de comportamiento en el contexto en el que se da.

## **8. Conclusiones y recomendaciones**

La conservación privada está enmarcada en racionalidades económicas, sociales y ambientales que determinaran la toma de decisiones. Diversos autores mencionan la dependencia económica del predio y el pago por servicios ambientales como un factor determinante en la proporción del área destinada a la conservación de bosques. Sin embargo, se encuentran múltiples factores como la protección de ecosistemas claves, el turismo, la conciencia ambiental, el acceso a la información sobre costos y beneficios de la conservación, la calidad y el estilo

de vida como factores que incluso son más determinantes en la toma de decisiones de los propietarios a la hora de apropiar prácticas de conservación.

En este trabajo se encontró que las principales motivaciones encontradas de propietarios de RNSC en los municipios de La Vega, Subachoque y de San Francisco para destinar total o parcialmente su predio a la conservación son el grado de apreciación de la naturaleza y el número de acciones relacionadas con la educación ambiental.

El uso de un modelo basado en agentes fue una herramienta adecuada para el análisis de la dinámica de toma de decisiones y la construcción de escenarios a partir de la variación de los factores más influyentes en el sistema. A partir de los escenarios propuestos, fue posible observar, que a pesar de que el grado de dependencia económica del predio es el principal factor determinante del porcentaje del área destinada a la conservación, no es la principal motivación, o desmotivación para que los propietarios conserven.

Así mismo, es necesario ampliar el esfuerzo de muestreo para poder realizar un análisis de sensibilidad riguroso para el modelo, así como reasignar los pesos que tiene cada variable sobre la toma de decisiones. Igualmente, teniendo en cuenta que la categoría de transmisión y apropiación fue la más relevante dentro de las motivaciones para comenzar a conservar dentro de los predios, sería interesante asignar dentro del modelo una representación de este factor. Igualmente sería interesante, analizar los escenarios dados si se tiene en cuenta el factor de incentivos económicos.

Sería interesante identificar si existe alguna relación entre el tipo de ecosistema conservado y el área que se conserva, así como el oficio de los propietarios y su disposición para la conservación.

## 9. Bibliografía

- Agarwal, C., Green, G. M., Grove, J. M., Evans, T. P., & Schweik, C. M. (2002). *A review and assessment of land-use change models: Dynamics of space, time, and human choice* (NE-GTR-297). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. <https://doi.org/10.2737/NE-GTR-297>
- Andrews, C. J., Baptista, A. I., & Patton, S. L. W. (2005). Grounded Theory and Multi-Agent Simulation for a Small Firm. En T. Terano, H. Kita, T. Kaneda, K. Arai, & H. Deguchi (Eds.), *Agent-Based Simulation: From Modeling Methodologies to Real-World Applications* (Vol. 1, pp. 167-181). Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/4-431-26925-8\\_16](https://doi.org/10.1007/4-431-26925-8_16)
- Avellaneda, F. A. L. (2017). *ZONIFICACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA REVISIÓN Y AJUSTE DEL P.O.T EN EL MARCO DEL CRECIMIENTO URBANO Y LA CONURBACIÓN NORTE: CASO MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ*. Universidad Francisco José de Caldas.
- Best, C. (2002). America's private forest: Challenges for Conservation. *Journal of Forestry*.
- Bousquet, F., & Le Page, C. (2004). Multi-agent simulations and ecosystem management: A review. *Ecological Modelling*, 176(3-4), 313-332. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.01.011>
- Brown, D. G., Walker, R., Manson, S., & Seto, K. (2012). Modeling Land Use and Land Cover Change. En *Land Change Science* (Vol. 6, pp. 395-409). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2562-4\\_23](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2562-4_23)
- Bruch, E., & Atwell, J. (2015). Agent-Based Models in Empirical Social Research. *Sociological Methods & Research*, 44(2), 186-221. <https://doi.org/10.1177/0049124113506405>

- Chaves Salamanca, M. E., Santamaría Gómez, M., & Sánchez Gutiérrez, E. (2007). *Alternativas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes de Colombia: Resultados 2001 - 2007*. Inst. de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Child, B., & Barnes, G. (2010). The conceptual evolution and practice of community-based natural resource management in southern Africa: Past, present and future. *Environmental Conservation*, 37(3), 283-295. JSTOR.
- Cruz-Coria, E., Zizumbo-Villarreal, L., Monterroso Salvatierra, N., & Quintanilla Montoya, A. (2013). La transformación de los espacios de vida y la configuración del paisaje turístico en Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Polis (Santiago)*, 12(34), 307-332. <https://doi.org/10.4067/S0718-65682013000100016>
- Dal Forno, A., & Merlone, U. (2012). Grounded Theory based agents. *Proceedings Title: Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC)*, 1-11. <https://doi.org/10.1109/WSC.2012.6465064>
- Ellis, E., & Pontius, R. (2007). *Land- use and land -cover change*. Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [http://www.eoearth.org/article/Land-use\\_and\\_land-cover\\_change](http://www.eoearth.org/article/Land-use_and_land-cover_change)
- Etter, A., Andrade, Á., Saavedra, K., Amaya, P., & Arévalo, P. (2017). *ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS COLOMBIANOS: Una aplicación de la metodología de Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final*. [http://www.conservation.org.co/media/A7.LRE-Colombia\\_INFORME%20FINAL\\_%202017.pdf](http://www.conservation.org.co/media/A7.LRE-Colombia_INFORME%20FINAL_%202017.pdf)
- Fagan, M. E., DeFries, R. S., Sesnie, S. E., Arroyo, J. P., Walker, W., Soto, C., Chazdon, R. L., & Sanchun, A. (2013). Land cover dynamics following a deforestation ban in

- northern Costa Rica. *Environmental Research Letters*, 8(3).  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/034017>
- Featherstone, A. M., & Goodwin, B. K. (1993). Factors Influencing a Farmer's Decision to Invest in Long-Term Conservation Improvements. *Land Economics*, 69(1), 67.  
<https://doi.org/10.2307/3146279>
- Ferguson, P. F. B., Conroy, M. J., Chamblee, J. F., & Hepinstall-Cymerman, J. (2015). Using structured decision making with landowners to address private forest management and parcelization: Balancing multiple objectives and incorporating uncertainty. *Ecology and Society*, 20(4). <https://doi.org/10.5751/ES-07996-200427>
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2001). *What Drives Tropical Deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence*. (LUCC Report Series No. 4).
- Ghorbani, A., Dijkema, G., & Schrauwen, N. (2015). Structuring Qualitative Data for Agent-Based Modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 18(1), 2.
- Guerrero-Rodriguez, O. C. (2017). *Colombia: Reservas naturales privadas piden más beneficios por proteger la biodiversidad*. Mongabay Environmental News.  
<https://es.mongabay.com/2017/08/colombia-reservas-naturales-privadas/>
- Guha, R., & Martínez-Alier, J. (1997). *Varieties of Environmentalism. Essays North and South*. Londres: Earthscan.
- Hutchison, A. J., Johnston, L. H., & Breckon, J. D. (2010). Using QSR-NVivo to facilitate the development of a grounded theory project: An account of a worked example. *International Journal of Social Research Methodology*, 13(4), 283-302.  
<https://doi.org/10.1080/13645570902996301>
- Institutos de Investigación SINA. (2015). *Informe del estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2012, 2013 y 2014 Tomo II: Estado de los Ecosistemas y de los servicios ecosistémicos*.

- Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2006). Empirically Based, Agent-based models. *Ecology and Society*, 11(2), art37. <https://doi.org/10.5751/ES-01861-110237>
- Kendra, A., & Hull, R. B. (2005). *Motivations and Behaviors of New Forest Owners in Virginia*. 13.
- Leff, E. (2011). *Aventuras de la epistemología ambiental: De la articulación de ciencias al diálogo de saberes*. Siglo XXI.
- Lesch, W. C., & Wachenheim, C. J. (2014). *Factors Influencing Conservation Practice Adoption in Agriculture: A Review of the Literature*. 34.
- Loon, R. (1999). *Community Participation in Integrated: A case study in the Hlatikulu Valley, Kwazulu-Natal*. Forest Biodiversity Programme.
- Lozano-Zambrano, F. H., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, & Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (Cundinamarca, Colombia) (Eds.). (2010). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto Humboldt : CAR.
- Mainwaring, S., & Viola, E. (1984). *Los nuevos movimientos sociales, las culturas políticas y la democracia: Brasil y Argentina en la década de los ochenta*.
- Measham, T. G., & Lumbasi, J. A. (2013). Success Factors for Community-Based Natural Resource Management (CBNRM): Lessons from Kenya and Australia. *Environmental Management*, 52(3), 649-659. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0114-9>
- Metcalf, A. L., Phelan, C. N., & Pally, C. (2019). *Microtargeting for conservation*.
- Monteferri, B., & Coll, D. (Eds.). (2009). *Conservación privada y comunitaria en los países amazónicos* (1. ed). Sociedad Peruana de Derecho Ambiental.
- Niemec, R. M., Willer, R., & Ardoin, N. (2019). *Motivating landowner to recruit neighbors for private land conservation*.

- Ocampo-Peñuela, N. (2010). *Mecanismos de conservación privada: Una opción viable en Colombia*. Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas de Conservación Privada.
- Panchalingman, T., Ritten, C. J., & Shogren, J. (2019). *Adding realism to the agglomeration bonus: How endogenous land returns affect habitat fragmentation*.
- Parker, D. C., Berger, T., & Manson, S. M. (2012). *Agent-Based Models of Land-Use and Land-Cover Change*.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2019). *Reservas Naturales de la Sociedad Civil Parques Nacionales Naturales de Colombia*.  
<http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/reservas-naturales-de-la-sociedad-civil/>
- Pencue-Fierro, L., & Figueroa-Casas, A. (2015). Land cover change dynamics and multi-factor analysis in high mountains basins of Colombian Andes. *2015 8th International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Images (Multi-Temp)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/Multi-Temp.2015.7245750>
- Quezada, A., & Canessa, E. (2010). *Modelado basado en agentes: Una herramienta para complementar el análisis de fenómenos sociales*. 226-238.
- Quintero López, M., & Arias Arbeláez, F. A. (2016). Conservación de la naturaleza en propiedad privada: Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil en el Valle del Cauca. *APUNTES DEL CENES*, 35(61), 17.  
<https://doi.org/10.19053/22565779.3732>
- Ramírez Contreras-Piana, A. (2018). *Un relato etnográfico de la conciencia ecológica: Historias y prácticas cotidianas de transformación y resistencia*.
- RESNATUR. (2019a). *Preguntas Frecuentes—RESNATUR*.  
<https://www.resnatur.org.co/es/preguntas-frecuentes>

- RESNATUR. (2019b). *Reservas en cifras—RESNATUR*.  
<https://www.resnatur.org.co/es/reservas-en-cifras>
- Rios-Marin, M. C. (2016). *FROM INDIVIDUAL DECISIONS TO COLLECTIVE ACTION FOR BIODIVERSITY CONSERVATION: NETWORKS OF RESERVES OF THE CIVIL SOCIETY IN COLOMBIA*. 277.
- Robinson, D. T., Brown, D. G., Parker, D. C., Schreinemachers, P., Janssen, M. A., Huigen, M., Wittmer, H., Gotts, N., Promburom, P., Irwin, E., Berger, T., Gatzweiler, F., & Barnaud, C. (2007). Comparison of empirical methods for building agent-based models in land use science. *Journal of Land Use Science*, 2(1), 31-55.  
<https://doi.org/10.1080/17474230701201349>
- Rocha, J. C., Baraibar, M. M., Deutsch, L., de Bremond, A., Oestreicher, J. S., Rositano, F., & Gelabert, C. C. (2019). Toward understanding the dynamics of land change in Latin America: Potential utility of a resilience approach for building archetypes of land-systems change. *Ecology and Society*, 24(1), art17.  
<https://doi.org/10.5751/ES-10349-240117>
- Rodríguez-Eraso, N., Armenteras-Pacual, D., & Retana-Alumberos, J. (2012). *Land use and land cover change in the Colombian Andes: Dynamics and future scenarios*. 154-174. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2011.650228>
- RUNAP. (2019). *Preguntas frecuentes*. <http://runap.parquesnacionales.gov.co/preguntas-frecuentes>
- Schindler, J. (2009). *A multi-agent system for simulating land-use and land-cover change in the Atankwidi catchment of Upper East Ghana*. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Schmitz, O. J. (2007). *Ecology and Ecosystem Conservation*. Island Press.
- Schulze, J., Müller, B., Groeneveld, J., & Grimm, V. (2017). *Agent-Based Modelling of Social-Ecological Systems: Achievements, Challenges, and a Way Forward*.

- Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 20(2), 8.  
<https://doi.org/10.18564/jasss.3423>
- Stolton, S., Redford, K. H., & Dudley, N. (2014). *Áreas Bajo Protección Privada: Mirando al Futuro*. 127.
- Stubbs, M. (2014). *Conservation Reserve Program (CRP): Status and Issues*. 24.
- Taylor, R., Besa, M. C., & Forrester, J. (2016). *Agent-based modelling: A tool for addressing the complexity of environment and development policy issues*. Stockholm Environment Institute.
- Torres, J. P. V. (2017). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LAS COBERTURAS Y USOS DEL SUELO DE LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA- PRODUCTORA "CASABLANCA" EN MADRID CUNDINAMARCA ENTRE LOS AÑOS 1961 Y 2015: APORTES PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPAL*. Universidad Francisco José de Caldas.
- USGCRP. (2018). *Land Cover and Land Change-Fourth National Climate Assessment*. U.S. Global Change Research Program.  
<https://nca2018.globalchange.gov><https://nca2018.globalchange.gov/chapter/5>
- Verburg, P. H., Kok, K., Pontius, R. G., & Veldkamp, A. (2006). Modeling Land-Use and Land-Cover Change. En E. F. Lambin & H. Geist (Eds.), *Land-Use and Land-Cover Change* (pp. 117-135). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/3-540-32202-7\\_5](https://doi.org/10.1007/3-540-32202-7_5)
- Vieira Pak, M., & Castillo Brieva, D. (2010). Designing and implementing a Role-Playing Game: A tool to explain factors, decision making and landscape transformation. *Environmental Modelling & Software*, 25(11), 1322-1333.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.03.015>

- Voinov, A., & Bousquet, F. (2010). Modelling with stakeholders ☆. *Environmental Modelling & Software*, 25(11), 1268-1281.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.03.007>
- Whande, W. (2004). *Community Based Natural Resource Management in the Southern Africa Region: An Annotated Bibliography and General Overview of Literature, 1996 – 2004*. 103.
- Yasue, M., Kirkpatrick, J., Davinson, A., & Gilfedder, L. (2019). *Landowner perceptions of payments for nature conservation on private land*.

## 10. Anexos

### Anexo 1. Preguntas realizadas durante entrevista semiestructurada

#### Caracterización de la reserva

- ¿Qué ecosistemas ha identificado dentro de su reserva?
- ¿Cuenta con áreas de bosque natural, bosque en regeneración o bosque en reforestación? ¿Cuál es el estimado de esa área?
- ¿En la reserva hay nacimientos, quebradas o se conserva alguna fuente hídrica? ¿Conoce las dimensiones?
- ¿Qué prácticas de manejo sostenible ha implementado en su reserva?
- ¿Qué acciones se realizan en la reserva, orientadas a la conservación la naturaleza?
- ¿Está asociado a Resnatur? ¿Al registro nacional de parques? ¿Motivación?
- ¿En qué año fue creada la reserva?

#### Preguntas sobre la elección de conservación

1. ¿La reserva es propia o familiar?
2. ¿Es su residencia?
3. ¿Considera su reserva un lugar de recreo?
4. ¿A qué se dedica la mayor parte del tiempo?
5. ¿Depende de la reserva para su mantenimiento y el de su familia?

6. ¿La reserva le genera ingresos o debe recurrir a otras fuentes para su mantenimiento?
7. ¿Por qué tipo de actividades recibe ingresos (producción sostenible, ecoturismo, educación ambiental)?
8. ¿Existen sistemas productivos en la reserva? ¿Qué área ocupan?
9. ¿Recibe apoyo económico de terceros?
10. ¿El estado lo exonera del impuesto predial o del impuesto a las rentas generadas por servicios de ecoturismo?
11. ¿Ha recibido subsidios para el mejoramiento de su vivienda o para la construcción de posadas turísticas en su reserva?
12. ¿Ha recibido apoyo económico para la restauración de bosques, ríos, implementación de cercas de aislamiento, entre otras actividades, por parte de la CVC, alguna entidad gubernamental o una ONG?
13. ¿Recibe alguna remuneración económica por servicios ambientales, producción sostenible o alguna otra actividad?
14. ¿Realiza actividades de investigación en su reserva?
15. ¿Por qué conforme su predio cómo una RNSC?
16. ¿De dónde nace la decisión de conservar?
17. ¿Por qué considera importante conservar?
18. ¿Cuáles han sido las dificultades que ha tenido que afrontar y cómo ha logrado superarlas?
19. ¿La reserva es una forma de asegurar una parte de la naturaleza a futuro?
20. ¿Le gustaría que su familia continuara con su labor de conservación?
21. ¿Considera que su labor es buena para la sociedad?
22. ¿Es admirado por su labor?
23. ¿Considera un logro personal su labor?
24. ¿Compartiría la propiedad para ejecutar acciones encaminadas a la conservación y manejo sostenible?
25. ¿Donaría su propiedad al estado o a una ONG para que realizará acciones de investigación, conservación y manejo sostenible?
26. ¿Cuál es su percepción del estado de los ecosistemas actuales?
27. Desde su experiencia como protector de la naturaleza y de vida ¿A qué le apostaría usted para detener la degradación?
28. ¿Conservar es su forma de contribuir al mundo?
29. ¿Considera que el mundo anterior era mejor y hay que volver a él?
30. ¿Cómo relaciona la conservación con la comunidad?
31. ¿Qué tanto le preocupa el bienestar de la sociedad?

## Anexo 2. Tabla de frecuencias de factores influyentes en la conservación privada de acuerdo a entrevistas propietarios de RNSC

	Ana Maria Montoya	Claudia Duran	Juan Ramon Giraldo	Marcela Santamaria	Orlando Rodriguez
<b>Transmisión y apropiación</b>	9	1	3	2	3
<b>Aprendizaje compartido, reciprocidad y reconocimiento</b>	6	4	1	3	9
<b>Educación ambiental y bien común</b>	9	2	2	6	19
<b>Instituciones y Tejido social</b>	6	9	9	4	9
<b>Vivienda y herencia</b>	9	4	1	4	3

Incentivos económicos a la conservación	1	2	1	2	0
Dependencia económica del predio	4	5	6	2	6
Apreciación de la naturaleza	16	6	7	20	32
Características biofísicas	19	7	5	5	20
Sostenibilidad	2	3	4	4	2
%Área conservada	55	46,923	58,442	85	100

### Anexo 3. Matriz de coeficientes de correlación lineal entre factores que

Por comodidad para la visualización únicamente se colocaron las iniciales de las variables en la parte superior, pero son los mismo factores que se encuentran en la primera columna.

Factores	TA	A.C/R/R	EA/BC	I/ TS	V/H	IE	DE	AN	BF	S	%A C
Transmisión y apropiación	1,000										
Aprendizaje compartido, reciprocidad y reconocimiento	0,293	1,000									
Educación ambiental y bien común	0,241	0,913	1,000								
Instituciones y Tejido social	0,284	0,135	0,059	1,000							
Vivienda y herencia	0,796	0,372	0,150	0,493	1,000						
Incentivos económicos a la conservación	0,344	-0,647	-0,792	0,441	0,081	1,000					
Dependencia económica del predio	0,086	0,206	0,196	0,960	-0,436	0,643	1,000				
Apreciación de la naturaleza	0,116	0,789	0,945	0,188	0,086	0,623	0,065	1,000			
Características biofísicas	0,643	0,907	0,837	0,108	0,542	0,752	0,262	0,659	1,000		
Sostenibilidad	0,559	-0,902	-0,712	0,217	-0,593	0,598	0,299	-0,493	0,950	1,000	
%Área conservada	0,200	0,521	0,779	0,181	-0,262	0,495	0,089	0,918	0,325	0,129	1,000

#### Anexo 4. Código utilizado en Netlogo para la representación de toma de decisiones y la construcción de escenarios

```
extensions [ gis ]
;capas
globals [ coberturas-dataset
          predios-dataset
          AC
          ANC
          P_AC
          reservas_resnatur
          prom%AC
          ]
; cada parche tiene un tipo de cobertura (conservada (2) o no-conservada (1)),
estado de reserva (esta dentro(2) o no de una reserva(0)) y un propietario
patches-own [
cobertura
owner
ER
]

breed [propietarios propietario]
;cada propietario (asociado a un predio) tiene las siguientes características
;tipo (conserva (2) o no conserva (1))
;asoc (asociado (2) o no a Resnatur(1))
;dependencia económica del predio (total(3), parcial (2), nula(1))
;aprec_nat :grado de apreciación de la naturaleza (alto:menciona explícitamente su
gusto por la naturaleza (3), medio: menciona de manera implícita (2), bajo: no
menciona (1))
;EA : numero de actividades relacionadas con la educación ambiental muchas:mas
de 3 (3), pocas:entre 1 y 2 (2), ninguna (1)
propietarios-own[
tipo
asoc
dep_econ
aprec_nat
EA
]

to setup
clear-all
set-patch-size 1

;cargar capas
set coberturas-dataset gis:load-dataset "D:/runap/RUNAP/Resultados
subavegasan/terrenosvs.shp"
```

```

set predios-dataset gis:load-dataset "D:/runap/RUNAP/Resultados
subavegasan/predios.shp"

; pasar de gis a netlogo
gis:set-world-envelope (gis:envelope-union-of (gis:envelope-of coberturas-
dataset)
(gis:envelope-of predios-dataset)
)
reset-ticks
end

; asignar coberturas a cada parche

to display-coberturas-in-patches
ask patches [set cobertura 0 set pcolor 0]
gis:apply-coverage coberturas-dataset "EC" cobertura
ask patches
[ ifelse (cobertura > 0)
[ set pcolor scale-color green cobertura 5 0 ]
[ set pcolor black ] ]
end

;crear propietario para cada predio
to create-predio_proietario
ct
gis:set-drawing-color gray
gis:draw predios-dataset 0
foreach gis:feature-list-of predios-dataset [
vector-feature ->
let centroid gis:location-of gis:centroid-of vector-feature
if not empty? centroid
[create-propietarios 1
[set shape "person"
set color black
set size 0.7
set xcor item 0 centroid
set ycor item 1 centroid]
]
]
end

;asignar un dueño a cada parche
to owner-patch
let i 0

```

```

let num (count propietarios)
while [i < num ]
[let predio_i gis:find-one-feature predios-dataset "PREDIO" (word i)
  ask patches gis:intersecting predio_i [set owner i - 1

]

set i i + 1
print i
]
end

```

```

;asignar ER a cada parche
to er-patch
let i 0
let num (count propietarios)
while [i < num ]
[let predio_i gis:find-one-feature predios-dataset "PREDIO" (word i)

  if gis:intersects? patches with [cobertura = 2] predio_i = TRUE
  [ask patches gis:intersecting predio_i [set ER 2] ]
set i i + 1
print i
]
end

```

```

to mostrar-porcentaje-area-conservada; total
set AC count patches with [cobertura = 2]
set ANC count patches with [cobertura = 1]
set P_AC (AC / (AC + ANC)) * 100
print P_AC
end

```

```

to elegir-RNSC
ask turtles [set asoc 0 set size 0.0 set color black set tipo 0 ]
ask turtles [if [ER] of patch-here = 2 [ set tipo 2 ]]; si se encuentran en un reserva,
los propietarios conservan
ask n-of 21 turtles with [tipo = 2][set asoc 2] ;entre quienes conservan, colocar
aleatoriamente los 21 propietarios que pertenecen a Resnatur
set reservas_resnatur []
ask turtles with [asoc = 2] [set reservas_resnatur lput who reservas_resnatur ]
show reservas_resnatur
ask turtles with [asoc = 2] [set color red set size 20]
end

```

```

to apreciacion-naturaleza
  ask turtles [set aprec_nat 0]
  let r count turtles with [asoc = 2]
  if Apreciacion_naturaleza = "Alta"; Escenario en donde 80% tienen un grado de
  apreciación alto de la naturales y el 15% pocas, 5% ninguna
    [ask n-of (0.8 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 3]
     ask n-of (0.15 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 2]
     ask n-of (0.05 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 1]]
  if Apreciacion_naturaleza = "Media"; 50% alto, 25% medio, 25% bajo
    [ask n-of (0.50 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 3]
     ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 2]
     ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 1]]
  if Apreciacion_naturaleza = "Baja"; 10% alto, 5% medio, 0.85 bajo
    [ask n-of (0.1 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 3]
     ask n-of (0.05 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 2]
     ask n-of (0.85 * r) turtles with [asoc = 2 and aprec_nat = 0] [set aprec_nat 1]]

;depenendiendo del grado de apreciación de la naturaleza se aumetan parches
con cobertura conservada
let k 0
let nume (count propietarios with [asoc = 2])
while [k < nume ]
  [let y item k reservas_resnatur
   let no-c count patches with [owner = y and cobertura = 1 ]
   let c count patches with [owner = y and cobertura = 2]
   let t c + no-c
   if t > 0[
    let p (c / t)
    if [aprec_nat] of propietario y = 3 ; Quienes tienen un alto grado de apreciación
    aumentan 39%
      [if any? patches with [owner = y and cobertura = 1]
       [ifelse no-c > (0.39 * t)
        [ask n-of abs (0.39 * t) patches with [owner = y and cobertura = 1][set
cobertura 2 set pcolor 58] ]
        [ask patches with [owner = y and cobertura = 1][set cobertura 2 set pcolor
58] ]]]
    if [aprec_nat] of propietario y = 2 ; Quienes tienen un grado medio de
    apreciación tienen aumentan 17%
      [if any? patches with [owner = y and cobertura = 1]
       [ifelse no-c > (0.17 * t)
        [ask n-of abs (0.17 * t) patches with [owner = y and cobertura = 1][set
cobertura 2 set pcolor 58] ]
        [ask patches with [owner = y and cobertura = 1][set cobertura 2 set pcolor
58] ]]]
  ]

```

```

;print "p"
;print p
]
;print k
;print y

```

```

set k k + 1
]
print "AP"
end

```

```

to educacion-ambiental

```

```

  ask turtles [set EA 0]
  let r count turtles with [asoc = 2]
  if acciones_asociadas_EA = "Muchas"; Escenario en donde 50% realizan muchas
  acciones asociadas a la educación ambiental (incluyendo investigación) y el 50%
  pocas, 50% ninguna

```

```

  [ask n-of (0.5 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 3]
  ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 2]
  ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 1]]

```

```

  if acciones_asociadas_EA = "Pocas"; 25% muchas, 40% pocas, 35% ninguna

```

```

  [ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 3]
  ask n-of (0.40 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 2]
  ask n-of (0.35 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 1]]

```

```

  if acciones_asociadas_EA = "Ninguna"; 10% muchas 5% d.parcialmente, 0.85
  ninguna

```

```

  [ask n-of (0.1 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 3]
  ask n-of (0.05 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 2]
  ask n-of (0.85 * r) turtles with [asoc = 2 and EA = 0] [set EA 1]]

```

```

;depenendiendo de la cantidad de acciones asociadas a la educación ambiental
(incluyendo investigación) se aumetan parches con cobertura conservada

```

```

let k 0

```

```

let nume (count propietarios with [asoc = 2])

```

```

while [k < nume ]

```

```

[let y item k reservas_resnatur

```

```

let no-c count patches with [owner = y and cobertura = 1]

```

```

let c count patches with [owner = y and cobertura = 2]

```

```

let t c + no-c

```

```

if t > 0[

```

```

let p (c / t)

```

```

if [EA] of propietario y = 3 ; Quienes realizan muchas acciones aumentan 39%

```

```

  [if any? patches with [owner = y and cobertura = 1]

```

```

    [ifelse no-c > (0.39 * t)

```

```

[ask n-of abs (0.39 * t) patches with [owner = y and cobertura = 1][set
cobertura 2 set pcolor 58] ]
[ask patches with [owner = y and cobertura = 1][set cobertura 2 set pcolor
58] ]]]

```

```

if [EA] of propietario y = 2 ; Quienes realizan pocas acciones aumentan 8%
[if any? patches with [owner = y and cobertura = 1]
[ifelse no-c > (0.08 * t)
[ask n-of abs (0.08 * t) patches with [owner = y and cobertura = 1][set
cobertura 2 set pcolor 58] ]
[ask patches with [owner = y and cobertura = 1][set cobertura 2 set pcolor
58] ]]]

```

```

; print "p"
; print p
]
; print k
; print y

```

```

set k k + 1
]
print "EA"
end

```

to dependencia-economica ; (Datos tomados de Rios, 2016)

```

ask turtles [set dep_econ 0]
let r count turtles with [asoc = 2]
if dependencia_economica_predominante = "Total"; Escenario en donde el 70% de
los propietarios de las reservas d.totalmente, 25% d.parcialmente y 5% no.d
[ask n-of (0.7 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 3]
ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 2]
ask n-of (0.05 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 1]]
if dependencia_economica_predominante = "Parcial"; 50% d.totalmente, 25%
d.parcialmente, 25no.d
[ask n-of (0.50 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 3]
ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 2]
ask n-of (0.25 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 1]]
if dependencia_economica_predominante = "Nula"; 10% d.totalmente 5%
d.parcialmente, 0.85 n.d
[ask n-of (0.1 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 3]
ask n-of (0.05 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 2]
ask n-of (0.85 * r) turtles with [asoc = 2 and dep_econ = 0] [set dep_econ 1]]

```

;depenendiendo del grado de dependencia economica del propietario se aumetan o disminuyen los parches con cobertura conservada

```

let i 0
let num (count propietarios with [asoc = 2])
while [i < num ]

[let x item i reservas_resnatur
let no-c count patches with [owner = x and cobertura = 1]
let c count patches with [owner = x and cobertura = 2]
let t c + no-c
if t > 0[
let p (c / t)
if [dep_econ] of propietario x = 3 ; Quienes dependen de forma total conservan
entre el 14 % y 40 %
  [if p < 0.15 or p > 0.40 [
    let a (0.15 + random-float 0.40)
    let d p - a
    if d < 0 [ask n-of abs (d * t) patches with [owner = x and cobertura = 1]][set
cobertura 2 set pcolor 58] ]
    if d > 0 [ask n-of (d * t) patches with [owner = x and cobertura = 2]][set
cobertura 1 set pcolor 56] ] ]
  ]
if [dep_econ] of propietario x = 2 ; Quienes dependen de forma parcial conservan
entre el 25 % y 60 %
  [if p < 0.25 or p > 0.60 [
    let a (0.15 + random-float 0.40)
    let d p - a
    if d < 0 [ask n-of abs (d * t) patches with [owner = x and cobertura = 1]][set
cobertura 2 set pcolor 58] ]
    if d > 0 [ask n-of (d * t) patches with [owner = x and cobertura = 2]][set
cobertura 1 set pcolor 56] ] ]
  ]
if [dep_econ] of propietario x = 1 ; Quienes dependen de forma nula conservan
entre el 45 % y 95 %
  [if p < 0.15 or p > 0.40 [
    let a (0.15 + random-float 0.40)
    let d p - a
    if d < 0 [ask n-of abs (d * t) patches with [owner = x and cobertura = 1]][set
cobertura 2 set pcolor 58] ]
    if d > 0 [ask n-of (d * t) patches with [owner = x and cobertura = 2]][set
cobertura 1 set pcolor 56] ] ]
  ]
; print i
; print x
;0print "p"
; print p
]
set i i + 1]

```

; si hay incentivos económicos para la conservación solo afectan a aquellos que dependen económicamente total o parcialmente de la reserva y aumentan

```
if incetivos_economicos
[
let k 0
let nume (count propietarios with [asoc = 2])
while [k < nume ]
[let y item k reservas_resnatur
let no-c count patches with [owner = y and cobertura = 1]
let c count patches with [owner = y and cobertura = 2]
let t c + no-c
if t > 0[
let p (c / t)
if [dep_econ] of propietario y = 3 ; Quienes dependen de forma total aumentan
10%
[if any? patches with [owner = y and cobertura = 1] [ask n-of abs (0.1 * t)
patches with [owner = y and cobertura = 1]][set cobertura 2 set pcolor 58] ]]

if [dep_econ] of propietario y = 2 ; Quienes dependen de forma parcial aumentan
5%
[if any? patches with [owner = y and cobertura = 1] [ask n-of abs (0.05 * t)
patches with [owner = y and cobertura = 1]][set cobertura 2 set pcolor 58] ]]

print "p"
;print p
]
;print k
;print y
;set k k + 1
]]
```

end

```
to contar-%areaconservada-RNSC
let i 0
let num (count propietarios with [asoc = 2])
set prom%AC 0
while [i < num ]
[let x item i reservas_resnatur
let no-c count patches with [owner = x and cobertura = 1]
let c count patches with [owner = x and cobertura = 2]
let t c + no-c
```

```
if t > 0[
  let p (c / t) ; print "Propietario" print i print "Número" print x print"% conservada
de reserva" print p * 100 print "Area total (km^2)" print t * 10
  set prom%AC prom%AC + p ]
  set i i + 1
]
```

end

```
to go
display-coberturas-in-patches
elegir-RNSC
dependencia-economica
educacion-ambiental
apreciacion-naturaleza
contar-%areaconservada-RNSC
mostrar-porcentaje-area-conservada
print (prom%AC / 14) * 100
tick
end
```