

Desarrollo de un modelo dinámico y multicriterio de optimización para el desmonte gradual de los usos productivos en Parques Naturales Regionales del departamento del Huila

Structuring of an optimization model for the design of a strategy of gradual clearing of productive land uses in areas declared as Parques Naurales Regionales in Huila - Colombia

Camilo Augusto Agudelo Perdomo¹; Diana Lucía Díaz² ; Juan Pablo Puentes

RESUMEN

Las Administración de las Áreas Protegidas del departamento del Huila afronta grandes retos, en especial el logro de usos del suelo de exclusiva protección donde actualmente se desarrollan usos agrícolas o ganaderos; requiriéndose un proceso de desmonte gradual hacia la restauración ecológica. Para lograr este cometido de la manera más adecuada, el presente estudio propone el desarrollo de un modelo dinámico y multicriterio de optimización. Los resultados del proyecto recomienda un desmonte a 35 años partiendo de las actividades de menor costo de oportunidad del suelo tales como la ganadería extensiva y el frijol arbustivo, conservando actividades de usos más intensivos como el café y la ganadería para el final del periodo. De igual manera el modelo considera una reconversión hacia sistemas agroforestales de baja densidad y diversificación con algunas actividades como avicultura y producción de hortalizas en semitecho. La estrategia propuesta, logra mitigar de manera importante impactos adversos en los indicadores sociales y económicos, que ocasiona el desmonte de las actividades productivas, así como optimizar los indicadores ambientales.

Palabras claves: Parques Naturales Regionales, modelo de optimización, tipificación de productores, prioridades de conservación, restauración.

ABSTRACT

The Administration of the Protected Areas of the Huila, great challenges, especially the achievement of land uses of exclusive protection where currently agricultural or livestock uses are developed; Requiring a gradual dismantling process towards ecological restoration. To achieve this task in the most appropriate way, the present study proposes the development of a dynamic and multicriteria optimization model. The results of the project propose a clearing to 35 years starting from the activities of lower cost of opportunity of the ground such as the extensive cattle raising and the bush bean, conserving activities of more intensive uses like the coffee and the cattle raising by the end of the period. Likewise, the model considers a reconversion towards agroforestry systems of low density and diversification with some activities such as poultry farming and vegetable production in semi-shade. The environmental and social indicators under the proposed strategy, manages to significantly mitigate adverse impacts on social and economic indicators, as well as optimize environmental indicators.

Keywords: Regional Natural Parks, optimization model, producer classification, conservation priorities, restoration.

¹ Ingeniero Agrónomo, especialista en Desarrollo Rural, Msc en Sistemas de producción Agropecuaria. Director de Proyecto ONF Andina. cagudelo@onfandina.com

² Bióloga MSc Ciencia Geo-Informática. Dirección de Ordenamiento Territorial y Áreas Protegidas. ONF Andina. ddiaz@onfandina.com

INTRODUCCIÓN

El Sistema Departamental de Áreas Protegidas del departamento del Huila surgió como respuesta a las iniciativas locales y regionales de carácter público o particular para la conservación de áreas con valores en biodiversidad, que ofrecen servicios ambientales, poseen características paisajísticas singulares y alguna presencia histórica o cultural asociada. El sistema está constituido por tres elementos fundamentales: las áreas protegidas públicas tanto del orden regional como local (vr. gr. Parques Naturales Municipales), y las privadas como es el caso de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil; otras figuras de ordenamiento territorial que manifiesten y desarrollen esfuerzos de conservación y los actores sociales.

Esta propuesta se orienta a diseñar una estrategia de gestión para el caso de aquellas áreas de estricta conservación, como son los Parques Naturales Regionales, donde actualmente se desarrollan usos agrícolas o ganaderos por existir propiedad privada. Lo anterior significa que es necesario iniciar en estas áreas un proceso de desmonte gradual de los usos productivos, con la reconversión de los sistemas para que paulatinamente se restauren y se dediquen a la preservación de los valores ambientales objeto de la declaratoria, generando el menor impacto social en la economía campesina existente en la zona.

Lograr esta reconversión de los usos del suelo requiere el diseño de una estrategia, que permita garantizar en el largo plazo la condición de naturalidad de las áreas, a partir del planteamiento de metas claras y gobernables de reconversión, articulando eficientemente la gestión institucional, vinculando a los diferentes sectores beneficiarios de los

bienes y servicios ambientales, haciendo un uso eficiente de los recursos financieros disponibles, y de manera especial mitigando los posibles impactos sociales y económicos adversos sobre la población y la propiedad privada existente en estas zonas.

El presente documento se ha estructurado en tres grandes capítulos: el primero relacionado con el marco conceptual y metodológico que sustenta no solamente la posibilidad sino la necesidad de desarrollar una propuesta de transicionalidad para la reconversión de los suelos hacia su conservación; el segundo desarrolla el modelo multicriterio y su aplicación para el desarrollo del desmonte gradual de los usos del suelo de los Parques Naturales Regionales del departamento del Huila; y el tercero capitaliza las lecciones aprendidas en la formulación de lineamientos metodológicos para la transicionalidad y desmonte gradual de la producción en áreas de exclusiva protección.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del uso y ocupación del territorio

El primer paso metodológico consistió en la modelación espacial de prioridades de conservación, en las áreas de interés estratégico ambiental identificadas en el departamento. Esta modelación se realizó bajo los siguientes criterios: a) Conectividad representando la posibilidad de una especie de moverse entre un hábitat y otro (Baranyi, Saura, Podani, & Jordán, 2011), utilizando el software Conefor Sensinode (Saura & Torné, 2009); b) Naturalidad a partir de las coberturas de la tierra resultantes de la unión de la información de la CAM (2010) e IDEAM (2005-2009); y C) Criterio de

perforaciones en las coberturas naturales, utilizando la herramienta del ArcGis Landscape Fragmentation Tool.

Se estimaron los diferentes usos del suelo de protección y producción en áreas que están y estarán declaradas (luego de la homologación), como Parques Naturales Regionales en el departamento del Huila. Para ello se tomó la información de la modelación espacial de prioridades de conservación, donde se califica las áreas al interior de los polígonos actuales de los Parques Naturales Regionales en valores de 1 a 5, donde 1 corresponde a áreas de prioridad baja y 5 a áreas de prioridad muy alta.

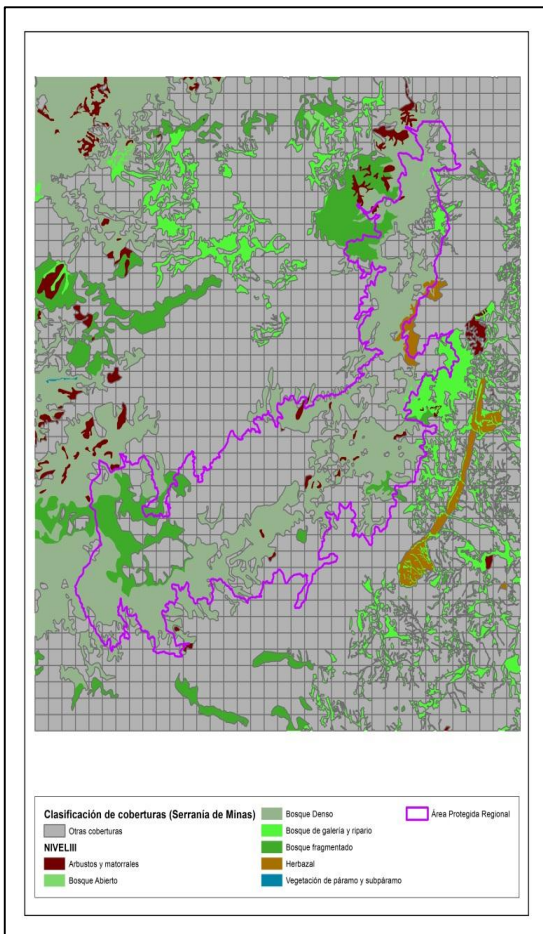


Figura 1. Ejemplo del área de estudio definida para el PNR Serranía de Minas, las coberturas nativas y la grilla usada para evaluar la conectividad

Para establecer la extensión de cada una de las coberturas, se sumaron los valores de los cinco Parques Naturales Regionales del departamento, a partir de la interpretación realizada bajo la metodología Corine Land Cover, con imágenes satelitales del año 2010 para la evaluación de prioridades de conservación, contenida en el documento ya mencionado.

Se realizó un cálculo de las áreas de las coberturas del suelo para cada uno de los niveles de prioridad por Parque Natural Regional, totalizando posteriormente la extensión de las coberturas para todos los Parques del departamento involucradas en cada nivel de prioridad.

Partiendo de la información disponible en la CAM, se identificaron las tipologías de sistemas de producción, los costos promedio año de cada actividad productiva, el uso de mano de obra, los requerimientos de capital y los ingresos. Los costos de instalación de cultivos de más de un año de duración fueron diferidos según el número de años de vida útil, obteniendo para todos los casos los costos e ingresos promedios anuales.

Construcción de Índices de Biodiversidad y Erosión

Se construyó un índice de biodiversidad para valorar el mayor o menor aporte de un uso del suelo específico a la conservación de la biodiversidad. El índice varía entre -1 y 1. Valores cercanos a 1 fueron asignados a usos del suelo relacionados con coberturas naturales del bosque, valores de 0 a sistemas productivos altamente intervenidos, y valores negativos a procesos de deforestación. El establecimiento de este índice se realizó de manera proporcional al carbono contenido en cada uno de los usos posibles, dada la correlación entre biomasa y protección de la biodiversidad,

asumiendo un adecuado diseño de los sistemas de producción (CAM, 2016).

Figura 2. Simulador tipo CIAT utilizado para la evaluación de pérdida de suelo en campo



Para establecer la correlación de los distintos usos del suelo (actuales y propuestos) con la erosión, se utilizó la información evaluada en las simulaciones desarrolladas para el proyecto, a partir de simuladores de lluvia tipo CIAT y la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo; de igual manera se utilizó la información de erosión calculada para el proyecto Corredor Biológico (Agudelo, 2015) y el estudio realizado para la Cuenca Hidrográfica del río Totare (CORTOLIMA, 2000). Se calculó el factor Cobertura (Factor C ecuación Usle); los valores cercanos a 1 corresponden a los de mayor impacto sobre la erosión y están relacionados con bajos niveles de cobertura, suelos quemados o suelos desnudos; los valores cercanos a 0 son los de mejor nivel de protección contra la erosión y fundamentalmente corresponde a coberturas en bosques, rastrojos,

pastos o sistemas agroforestales de alta densidad.

Elaboración y aplicación del modelo multicriterio de optimización

Se diseñó un modelo de programación multicriterio de los usos del suelo en los Parques Naturales Regionales, que tiene como función objetivo la protección de la biodiversidad (ambiental), la generación de ingresos (económico) y la generación de empleo (social) con la maximización de estos beneficios a través de la búsqueda de los usos del suelo más apropiados. Para ello selecciona entre diferentes alternativas como sistemas productivos convencionales, sistemas agroforestales y silvopastoriles, y restauración y conservación de bosques; la mejor organización de los usos del suelo partiendo de una serie de restricciones existentes tales como los recursos financieros, la tierra y la mano de obra. La función objetivo del modelo estuvo conformada por las variables ingreso neto, índice de biodiversidad, índice de erosión y mano de obra. Las restricciones, conformadas por el capital, tierra y mano de obra disponibles en la región. (

Figura 3).

Con el objetivo de establecer la propuesta de modelo de desmonte, que logre a su vez las mejores metas en términos de restauración ecológica y mitigue de mejor manera los impactos económicos y sociales de las familias allí establecidas, se realizó la corrida del modelo considerando diferentes escenarios de tiempo (Tabla 1).

Para cada uno de los tiempos modelados se consideraron dos opciones: a) Desmonte gradual sin modificar las condiciones de producción; y b) Desmonte gradual con reconversión productiva para el mejoramiento de la

sostenibilidad de la producción. Adicionalmente fueron incluidos los siguientes criterios: a) No inversiones que signifiquen implementación de infraestructura; b) No incremento de capital y mano de obra, solo el disponible según el número de familias para cada

tiempo; c) Solo reconversión dentro de la misma actividad productiva (No nuevas áreas); d) No reconversión para áreas a desmontar antes de los 5 años; e) Reconversión solo los primeros 15 años.

Figura 3. Estructura utilizada del modelo de optimización

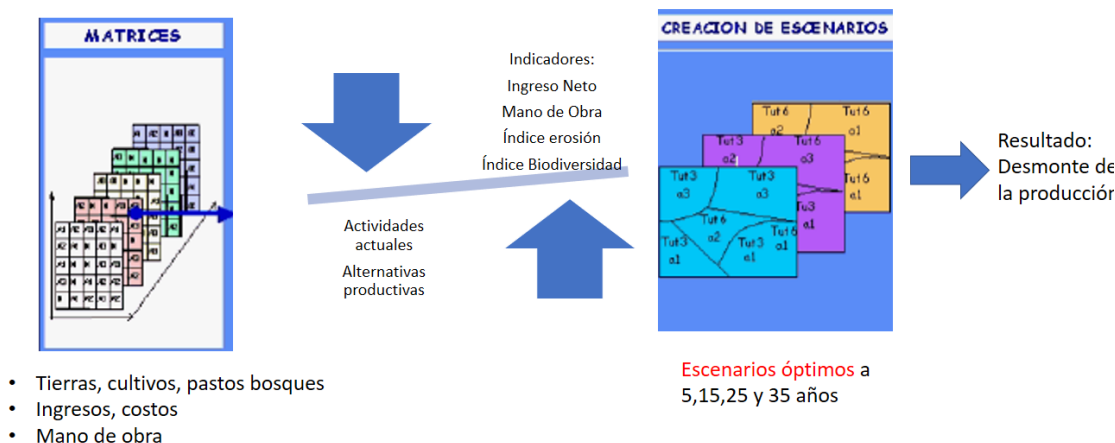


Tabla 1. Escenarios para el desmote gradual de los sistemas productivos en Parques Naturales Regionales

Escenario	Condiciones
Escenario 1 Actual	Desmote 0% del área Restauración 0 ha
Escenario 2 5 años	Desmote 20% del área Restauración 810 ha
Escenario 3 15 años	Desmote 60% del área Restauración 2.430 ha
Escenario 4 25 años	Desmote 95% del área Restauración 3.848 ha
Escenario 5 35 años	Desmote 100% del área Restauración 4.050 ha

RESULTADOS

Caracterización del uso y ocupación del territorio

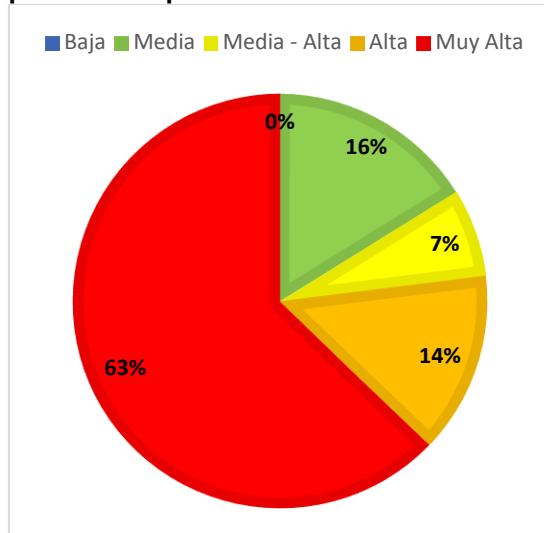
En total se modelaron las prioridades de conservación en 181.666 hectáreas de los 5 Parques Naturales Regionales. Las áreas se agruparon en prioridades de 1 a 5, los niveles de prioridad 1 son las áreas

de mayor importancia (Ver Figura 5) y fueron señaladas en color rojo; por su parte las áreas en prioridad 5 corresponden a los menores niveles de prioridad y fueron señaladas en color verde en la cartografía.

De estas áreas, el 63% corresponde a nivel de prioridad muy alto, mientras el 16% a niveles bajos de prioridad; siendo altamente variable estos niveles para cada uno de los parques. De lo anterior se concluye que existe la oportunidad de

mejorar los límites de las áreas para hacer mucho más eficiente el manejo.

Figura 4. Clasificación de las áreas actuales de Parques Naturales Regionales por nivel de prioridad



Con fundamento en lo anterior y partiendo del nivel de prioridad para cada parque, se realizó una propuesta hipotética de ajuste de los límites, priorizando como áreas de exclusiva protección aquellas de mayor nivel de prioridad tal como se observa en la Figura 5.

De este análisis se propone un área total de 110.386 Hectáreas, agrupadas como se muestra en la Tabla 2; el 92% corresponde a niveles de prioridad alta y muy alta, y el 8% restante a niveles de prioridad media y media alta.

Tabla 2. Cobertura del suelo de los Parques Naturales Regionales del Huila por nivel de prioridad

NIVEL DE PRIORIDAD (Área en Ha)				
Media	Media-Alta	Alta	Muy Alta	Total
3.083	6.047	20.037	81.221	110.386

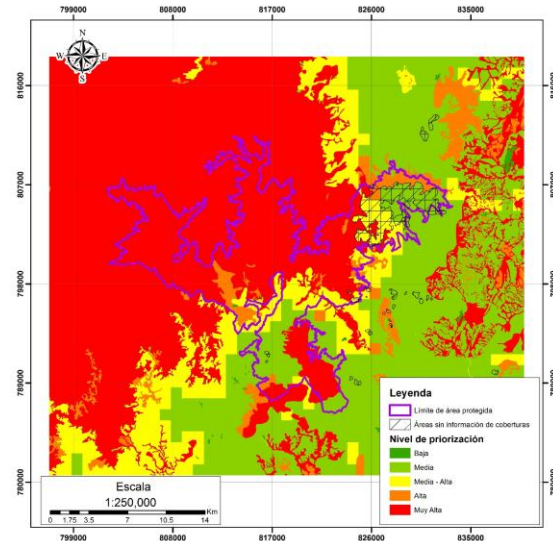


Figura 5. Prioridades de conservación para el Parque Natural Regional Cerro Banderas Ojo Blanco

Es importante destacar que, según el análisis de cobertura, las áreas naturales y en bosque al interior de los Parques Naturales Regionales sumarían 106.333 hectáreas (96,3% del área), las áreas en pasturas 3.166 Ha (2,9%) y las áreas en cultivos 883 Ha (0,8%). El cultivo más representativo al interior de estas áreas es el café (430 Ha), seguido de los frutales de clima frío (215 Ha) y el frijol (199 Ha) Tabla 3.

Tabla 3. Cobertura de uso del suelo en áreas priorizadas de exclusiva protección

COBERTURA/USO	ÁREA (Ha)
Cultivos	884
▪ Café	430
▪ Frijol	199
▪ Caña	40
▪ Mora	51
▪ Tomate	13
▪ Granadilla	151
Pastos	3.166
Áreas bosque y rastrojo	106.333

Escenario tendencial

El escenario tendencial modeló lo que probablemente podría ocurrir en las áreas prioritizadas en una condición sin intervención institucional, bajo el supuesto que la lógica económica es la de mayor peso. Como resultado se observa (Tabla 4) la tendencia a sostener las áreas actuales de ganadería, incrementar las áreas en café y granadilla, disminuyendo las áreas en frijol y mora, mientras los otros cultivos se mantienen relativamente estables. Sobre la presión de deforestación, a pesar de que el modelo en sus salidas no simuló la necesidad de tumba de los bosques, es importante resaltar que existe un riesgo debido a la tendencia de incremento de los cultivos de café y granadilla, identificados como una causa de deforestación.

Tabla 4. Resultados de la modelación del escenario actual y tendencial (Hectáreas)

USO DEL SUELO	ACTUAL	TENDENCIAL
Ganadería	3.166	3.166
Café	430	559
Granadilla	151	196
Frijol voluble	100	-
Frijol arbustivo	99	-
Mora	51	19
Caña	40	49
Tomate de árbol	13	17
Deforestación	-	-45
Bosque	106.334	106.334

Este cambio tendencial implicaría un incremento estimado de 16% en el ingreso neto, así como un incremento en el empleo y en el capital del 10%; a su vez el factor de cobertura tendría una disminución del 5% (lo que significa mayor protección del suelo) y se incrementaría el índice de biodiversidad en un 55% (Tabla 5). Este mejoramiento

se debe principalmente a la liberación que estimó el modelo de algunas pequeñas áreas para la restauración (45 Ha) Tabla 4.

Tabla 5. % de cambio de los indicadores escenario actual Vs tendencial

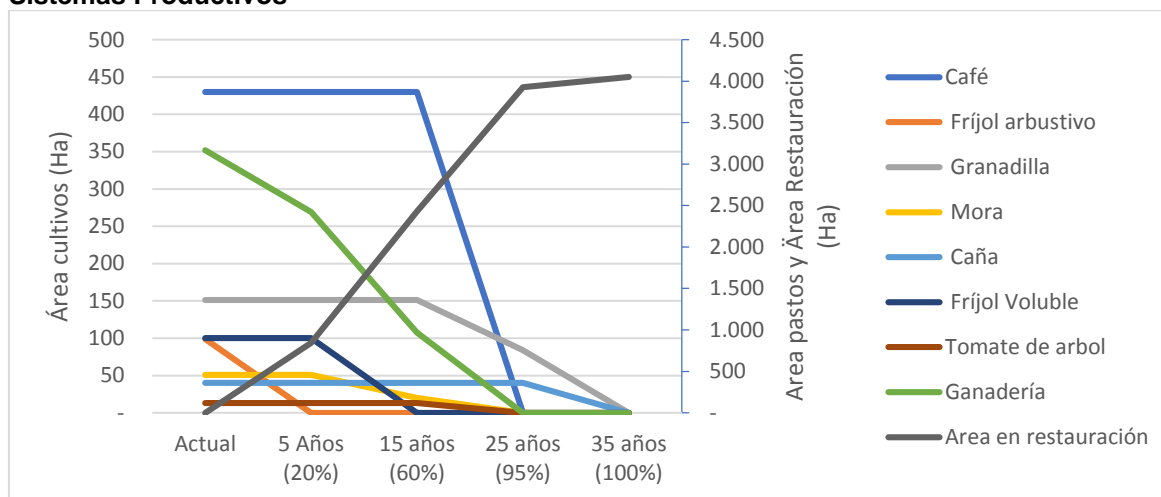
INDICADOR	% DE CAMBIO
Ingreso neto (sin considerar mano de obra)	16%
Factor cobertura USLE (protección a erosión)	-5%
Biodiversidad	55%
Tierra (Ha)	-1%
Capital	10%
Mano de obra (Jornales)	10%

Escenario desmonte gradual Sin Mejoramiento de los Sistemas de Producción

La meta de desmonte gradual corresponde a un área total de 4.050 hectáreas, que actualmente se encuentra en pastos y cultivos. Bajo los 5 periodos de tiempo simulados, el modelo plantea el inicio del desmonte gradual de los predios con actividades productivas de frijol arbustivo y ganadería extensiva, con una meta de desmonte en los primeros 5 años de 810 Hectáreas (Figura 6). Para el segundo periodo que va entre los 5 y los 15 años en el que se espera alcanzar el desmonte de 2.430 hectáreas (60% del área) los esfuerzos deberán concentrarse en la adquisición de áreas de pastos y ganadería, frijol voluble y mora.

Para el tercer periodo de adquisición de predios entre 15 y 25 años en los que se espera llegar al desmonte de 3.848 Ha (95% del área), se espera el desmonte total de las áreas en café, y tomate de árbol. Para el cuarto periodo de adquisición de predios, quedan los usos más intensivos del suelo como las áreas sembradas en granadilla y caña, para un total de 4.050 hectáreas.

Figura 6. Estructura Óptima Gradual de Desmote de la Producción Sin Mejoramiento de Sistemas Productivos



Escenario Desmote Gradual Con Mejoramiento de los Sistemas de Producción

Bajo este escenario los bosques se mantienen, y las áreas de restauración deben aumentar a partir del año 5, cuando se inicie el desmote de la producción de

manera gradual. En el año 5, se disminuirá el área en café en 30 ha, ya no debe existir el café diversificado, ni el frijól arbustivo, ni el voluble. La granadilla se desmota al año 25, en el cual tampoco debe existir ganadería a mediana escala (Tabla 6).

Tabla 6. Escenarios para el desmote gradual de los sistemas productivos en Parques Naturales Regionales, con mejoramiento de los sistemas de producción (Hectáreas)

Sistema Productivo	actual	año 5	año 15	año 25	a 35 años
Café solo	300	270	-	-	-
Café diversificado	130	-	-	-	-
Fríjol arbustivo	99	-	-	-	-
Granadilla	151	151	151	-	-
Mora	51	51	-	-	-
Caña	40	0	-	-	-
Ganadería mediana escala actividad principal	3.166	2.364	621	-	-
Fríjol voluble	100	-	-	-	-
SAF café con 70 forestales	-	160	335	185	-
Tomate de árbol	13	13	13	-	-
SSP pastos mejorados, maderables	-	196	497	14	-
Gallinas en pastoreo (50 gallinas)	-	-	23	-	-
Hortalizas semitecho (720 m2)	-	40	40	40	-
Mantener bosque	106.334	106.334	106.334	106.334	106.334

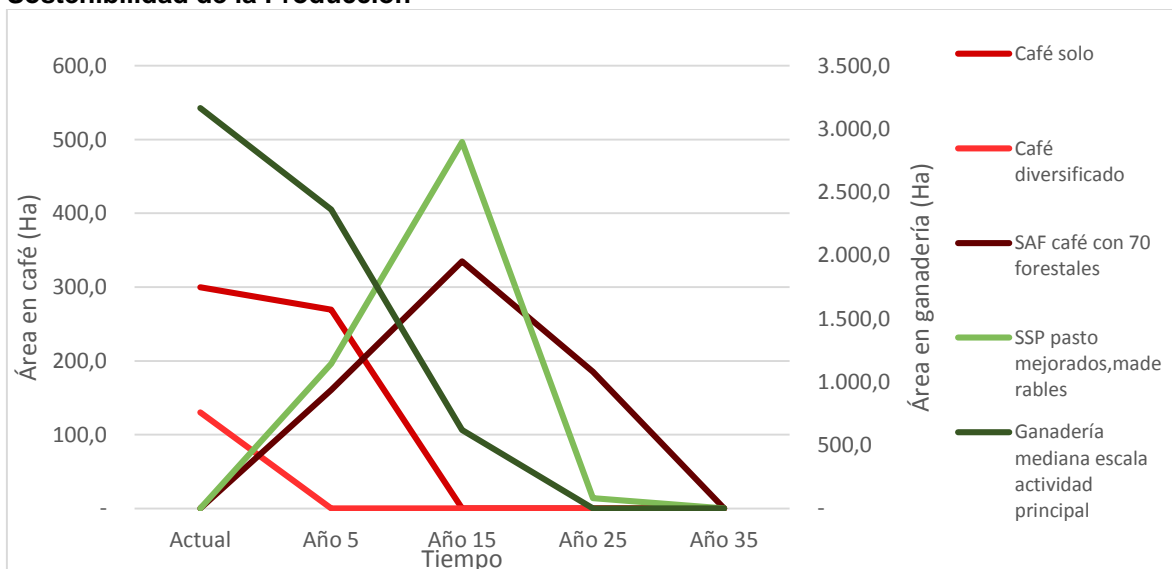
Sistema Productivo	actual	año 5	año 15	año 25	a 35 años
Restauración	-	842	2.430	3.848	4.050

Las actividades que se sostienen hasta el año 25 son los sistemas agroforestales café con 70 árboles (185 ha), los sistemas productivos sostenibles pastos mejorados, maderables (solo ya 14 ha), y las hortalizas semitecho, que precisamente son los sistemas productivos mejorados o reconvertidos para la sostenibilidad ambiental mientras se dedican los predios exclusivamente a la conservación; esto con el fin de generar los menores impactos de orden social y económico para las familias que viven en los Parques Naturales Regionales hasta la compra de sus predios por parte del Estado, con el fin de poder dedicarlos con exclusividad a la conservación tal y como fueron concebidos con su declaratoria.

El café solo debe desmontarse a 270 ha en el año 5 y desaparecer en el año 15; por su parte el café diversificado se desmonta completamente en el año 5 (

Figura 7). Surge entonces el sistema agroforestal de café con 70 forestales que se establece como reconversión de la actividad productiva desde el año 5 con un pico de has en el año 15, y un desmonte a partir del año 25 y hasta el año 35. En cuanto a la ganadería, otra actividad de gran impacto en las áreas protegidas, su desmonte se realiza gradualmente así: la ganadería mediana escala debe ir hasta el año 15 donde se desmonta hasta llegar a 0 en el año 25; por su parte el SSP pastos mejorados, maderables irá hasta el año 35, como alternativa productiva sostenible que mitigue el impacto social que pudiera ocasionar la restricción en el uso del suelo para las familias que derivan su sustento de su predio, sin que se les brinde otra alternativa para subsistir. Esta gradualidad tiene como propósito brindar el tiempo y los medios para que las comunidades asentadas en la zona empiecen a cumplir las restricciones impuestas por la declaratoria realizada.

Figura 7. Desmonte Gradual Producción de Café y Ganado Con Mejoramiento de la Sostenibilidad de la Producción



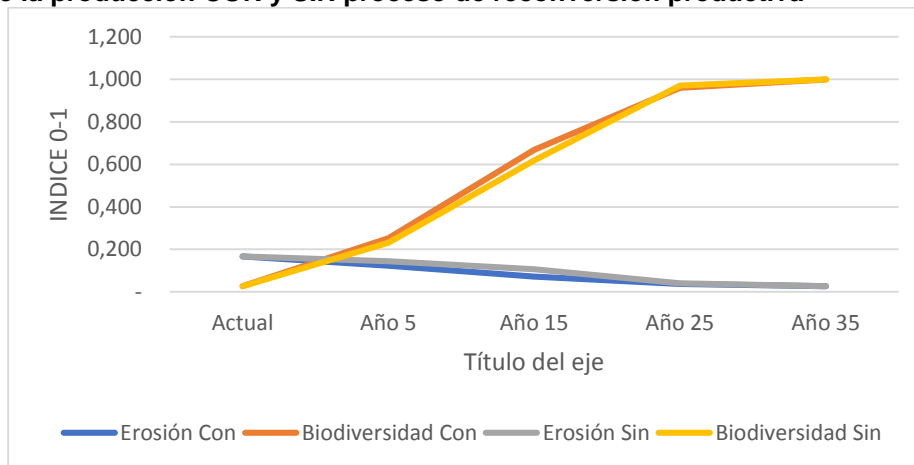
Contraste de los dos Escenarios Posibles de Desmonte Gradual: Con y Sin Reconversión Productiva

A continuación se realiza una comparación entre los dos escenarios posibles de desmonte gradual de la producción con y sin reconversión productiva, a partir de la medición de los siguientes indicadores:

Los indicadores ambientales se construyeron para medir el impacto sobre el factor erosión y la biodiversidad. Los

indicadores antes mencionados son mucho más favorables en el escenario CON reconversión productiva, siendo lógico este resultado si se tiene en cuenta que la reconversión se hace precisamente para generar los menores impactos ambientales mientras se desmonta completamente la actividad productiva. A partir del año 25 cuando solamente queden las actividades con reconversión productiva los indicadores ambientales en los dos escenarios son iguales (Figura 8).

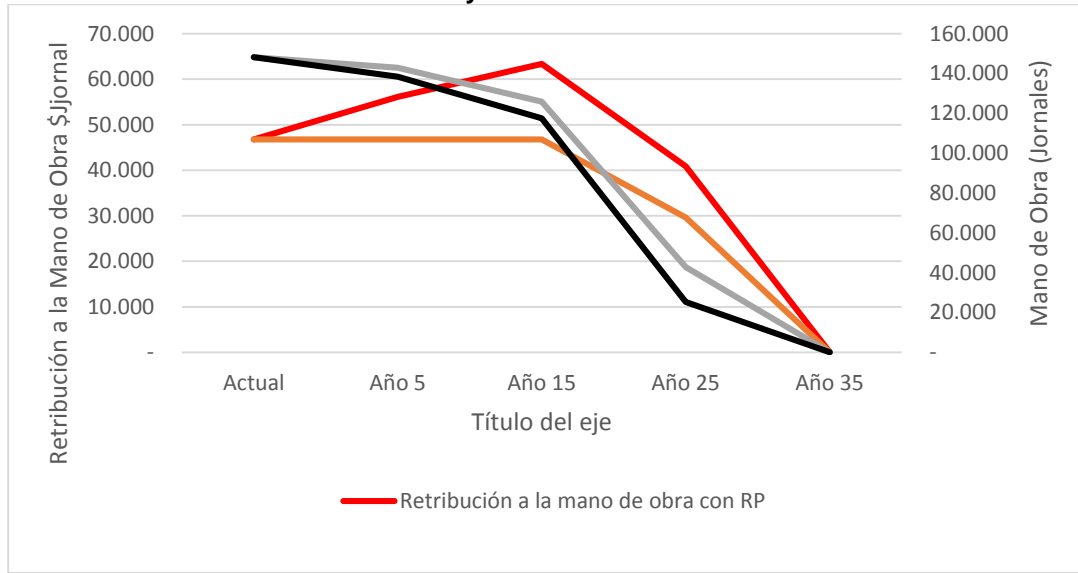
Figura 8. Comportamiento de indicadores ambientales durante el proceso de desmonte gradual de la producción CON y SIN proceso de reconversión productiva



Los indicadores sociales se refieren a la retribución de la mano de obra, así como la mano de obra requerida. En este caso, la reconversión productiva impacta favorablemente los indicadores sociales, con mayor diferencial en cuanto a

retribución, encontrando la convergencia en el momento que toda el área se dedique exclusivamente a la conservación, lo cual ocurrirá en el año 35 (Figura 9).

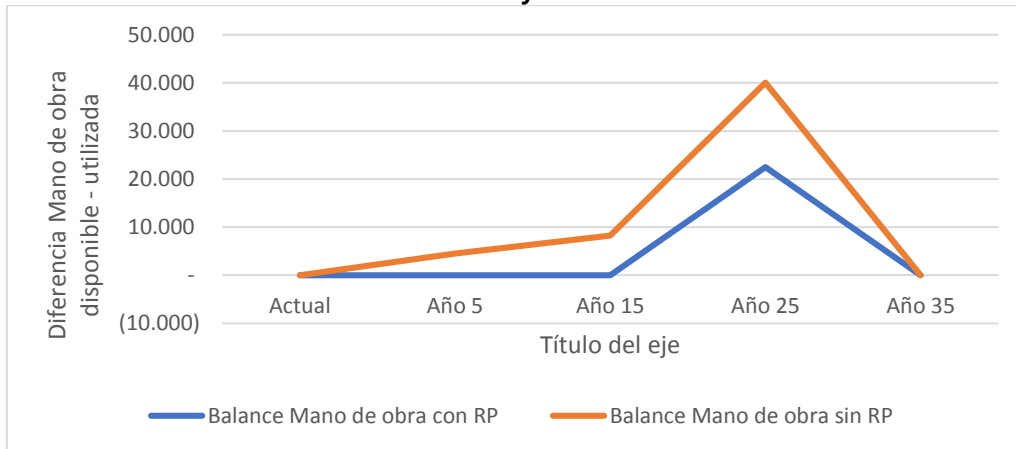
Figura 9. Comportamiento Indicadores Ambientales Durante el Proceso de Desmote Gradual de la Producción CON y SIN Procesos de Reconversión Productiva



En la Figura 10 se observa el balance neto de la mano de obra medido en jornales, durante el proceso de desmote gradual de la producción. En el escenario donde no hay reconversión productiva, la diferencia entre mano de obra disponible

y utilizada es mayor, frente al escenario donde si hay proceso de reconversión. Así las cosas, se genera más empleo cuando se realiza reconversión productiva en el desmote gradual de dichas actividades.

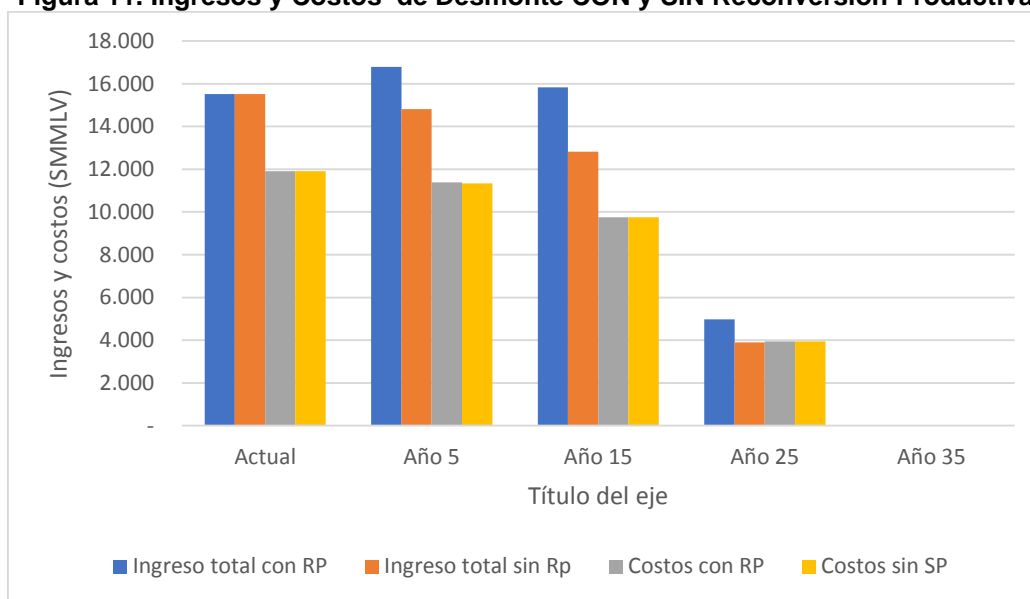
Figura 10. Balance Neto de Mano de Obra (Jornales) Durante el Proceso de Desmote Gradual de la Producción CON y SIN Proceso de Reconversión Productiva



En cuanto a los indicadores económicos a través de los cuales se analiza el comportamiento de los ingresos y costos (Figura 11), se tiene que en el escenario sin desmote gradual los ingresos serán menores, por su parte los costos son iguales haya o no reconversión productiva

pues se partió del supuesto que no se pueden realizar grandes inversiones en materia de infraestructura y adecuación de áreas; en todo caso los costos serán proporcionales a la magnitud de los sistemas productivos.

Figura 11. Ingresos y Costos de Desmote CON y SIN Reconversión Productiva



Revisando en conjunto los diferentes indicadores (ambientales, sociales y económicos), se observa que la gradualidad en el desmote de los sistemas productivos con reconversión, genera los mayores beneficios en términos sociales durante los primeros 15 años; por su parte, los indicadores económicos se equiparan en el mismo valor con o sin reconversión y los indicadores ambientales se muestran superiores durante los primeros 15 años, luego se equiparan y luego vuelven a ser superiores cuando hay reconversión. Como se observa, el desmote gradual con reconversión cumple su propósito de generar condiciones sociales óptimas para la transicionalidad de los sistemas productivos hacia la conservación

Tipología de productores y acciones

En los Áreas protegidas se encontraron 8 tipologías de producción (Tabla 7), orientados fundamentalmente a medianos y pequeños cafeteros, productores de frijól arbustivo y voluble, ganaderos, productores de frutales y jornaleros. Para efectos de determinar los mecanismos de acción, se clasificaron estas tipologías según el ingreso y el valor del predio. El

valor del predio en función del Subsidio Integral de Reforma Agraria SIRA y los ingresos netos del productor medidos en salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV).

Conforme a la reglamentación actual, el monto máximo del Subsidio Integral de Reforma Agraria SIRA, es de 125 SMLMV por familia. En este caso, será viable desde el punto de vista económico y social para el propietario de un predio ubicado en un Parque Natural Regional, vender el predio si su valor supera los 125 SMLMV, pues con el producto de su venta, podría acceder a un predio productivo, teniendo en cuenta este parámetro definido por el gobierno nacional. Esta variable, se cruza con los ingresos netos del productor, medidos en salarios mínimos legales mensuales vigentes, lo que permite determinar si los ingresos garantizan la sostenibilidad del proyecto productivo y le permite a cada unidad familiar remunerar su trabajo.

En la tabla 7 se observa que tipologías como sistema de producción pequeños cafeteros, sistema de producción panela-café, jornaleros, sistema de producción frijól voluble-frutales; cuentan con predios

cuyo valor es inferior al SIRA y deberían ser sujetos de reubicación, puesto que los recursos derivados de la venta de su predio no serían suficientes para adquirir un predio productivo que le genere por lo menos 2 SMMLV que le permita sostener su familia; mientras que para las otras tipologías es viable desde el punto de vista social la venta de los predios. Ahora, en lo que respecta a la reconversión

productiva, es de esperarse que algunas tipologías de bajos ingresos tales como sistema producción pequeños cafeteros, sistema de producción panela-café, jornaleros, sistema de producción frijol arbustivo y ganadería, sistema de producción solo ganadería; requieran recursos complementarios para el desarrollo de las inversiones.

Tabla 7. Tipologías de productores para la definición de mecanismos de acción

	MENOS DE 2 SMMLV	ENTRE 2 Y 4 SMMLV	MAS DE 4 SMMLV	SIN PRODUCCIÓN
Valor Predio < SIRA	Sistema de producción pequeños cafeteros, Sistema de producción panela-café, Jornaleros	Sistema de producción frijol voluble-frutales		
Valor Predio > SIRA		Sistema de producción frijol arbustivo y ganadería, Sistema de producción solo ganadería	Sistema de producción medianos cafeteros, Sistema de producción granadilla	Predios solo bosque

CONCLUSIONES

Los modelos matemáticos aplicados demostraron tener una alta utilidad para el diseño de la estrategia de desmonte gradual de la producción, al permitir establecer metas claras y concretas en el tiempo, así como evaluar los impactos económicos, sociales y ambientales esperados.

Para aquellos predios que se estima serán adquiridos en un periodo superior a 10 años es importante considerar los recursos necesarios para garantizar el empleo, la seguridad alimentaria y el ingreso de sus propietarios, hasta el momento de la compra o reubicación. Un escenario de transicionalidad que considere la reconversión productiva permite mitigar impactos negativos especialmente de índole económico y social, así como una ganancia en

términos de la sostenibilidad desde los primeros años del proyecto.

Se logró estructurar una ruta óptima para la transición de predios privados, de cuyas actividades productivas sus propietarios derivan el sustento, hacia la conservación; con el propósito de que estas áreas protegidas cumplan los objetivos para los cuales fueron declaradas, con la gradualidad requerida para garantizar el mínimo vital a sus habitantes que en el corto, mediano o largo plazo, habrán de vender sus predios e irse a realizar actividades productivas donde las aptitudes de los suelos se lo permitan; buscando generar el menor impacto social y económico, como estrategia para conciliar los intereses privados con el derecho colectivo a un ambiente sano, dada la función ecológica que se le asigna a la propiedad privada.

Si se parte de la premisa que todos los predios de los Parques Naturales Regionales deben dedicarse a la restauración, preservación, conocimiento y disfrute; en cuyo propósito el Estado debe adquirirlos para que puedan dedicarse exclusivamente a dichos usos permitidos; el tiempo de la transición dependerá de los recursos con que se cuente para la compra de predios con fines de conservación. En todo caso, a partir de la planificación predial que se realice, el Plan de Desmonte Gradual podría considerar los rangos de 5, 15, 25 y 35 años.

Es necesaria una caracterización detallada de productores objeto de la transicionalidad, en torno a aspectos como tenencia de la tierra, tamaño del predio, ingresos netos, sistemas productivos y sostenibilidad ambiental, con miras a determinar qué tipos de productores existen en el Parque Natural Regional objeto de declaratoria, para la gradualidad en la aplicación de los usos allí establecidos.

Se hace necesario un tratamiento diferencial según la condición socio económica y de tenencia de cada habitante del área protegida. Es importante estandarizar acciones a implementar, por tipos de productores. Para aquellos productores de más bajos ingresos es necesario considerar actividades de reubicación productiva y no solamente compra de la tierra.

El desmonte gradual de las actividades productivas, deberá clasificarse en diferentes rangos que van desde los 5 y hasta 15 años, buscando garantizar la seguridad alimentaria a quienes derivan su sustento del predio, que estén produciendo por ejemplo frijol o caña, por los ciclos de estos productos.

Un elemento fundamental y vital para que opere la transición entre el uso del suelo que se ha venido dando a un predio y el

nuevo uso que impone la declaratoria del Parque Natural Regional, es la suscripción de Acuerdos Prediales, donde se plasme el compromiso existente por parte del propietario, de adelantar el proceso de reconversión hasta tanto el Estado le pueda brindar alternativas que le permita vender su predio.

Se hace necesaria la formulación de un plan de adquisiciones de los predios, en principio la compra de aquellos cuyos propietarios demuestren su interés por venderlos, antes que declararlos de utilidad pública. En todo caso, los criterios para efectuar la compra serán aquellos que respondan a la particularidad del área: Si dentro del área protegida hay riqueza en biodiversidad por corresponder a páramos o a otro ecosistema de especial interés ecológico, se debe priorizar. Así mismo se sugiere iniciar la adquisición de predios por las áreas más altas, para generar los corredores de conectividad que preserven la biodiversidad existente. Es ideal comprar las áreas de bosques en bloques funcionales que generen impacto positivo en el corto plazo.

Una vez determinados los acuerdos con cada productor, conforme a su tipología y sistema de producción, se deberá implementar la gradualidad en la aplicación de la reglamentación de los usos del suelo del Parque Natural Regional, para lo cual es importante que el Estado desarrolle con el concurso de otras entidades públicas y privadas, acciones en los siguientes frentes: Capacitación -Educación Ambiental; Autoridad Ambiental – Control y Vigilancia; Financiamiento de la Reconversión; Asistencia Técnica; Incorporación de la transicionalidad en el ordenamiento territorial.

REFERENCIAS

- Baranyi, G., Saura, S., Podani, J., & Jordán, F. (2011). Contribution of habitat patches to network connectivity: Redundancy and uniqueness of topological indices. *Ecological Indicators*.
- CAM. (2016). *Estimación de los contenidos de carbono en la cuenca hidrográfica del río Ceibas y escenarios de captura a 20 años*. Neiva: Información suministrada por la CAM.
- Saura, S., & Torné, J. (2009). Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software*, 24, 135-139.
- ONF Andina. (2015). *Acuerdo para la implementación del marco de monitoreo para el SIRAP Macizo*. Bogotá: ONF Andina.
- Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 259-267.
- Saura, S., & Pascual-hortal, L. (2007). *Conefor Sensinode 2.2 User's manual*. Lleida.
- Saura, S., & Torné, J. (2009). Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software*, 24, 135-139.