

Producto 4065 Evaluación de políticas, planes, programas y proyectos sobre sostenibilidad ambiental del sector agropecuario

Entregable 10186 Documento consolidado de evaluación de políticas, planes, programas y proyectos sobre sostenibilidad ambiental del sector agropecuario elaborado.

Dirección de Desarrollo Rural Sostenible

Fecha de finalización 14/12/2020

Responsable: Liliana Castelblanco Salamanca

---

## **Justificación**

A pesar de que la reforestación comercial ofrece beneficios económicos, sociales y ambientales y de que el Gobierno ha dispuesto incentivos para su desarrollo este sector económico no ha logrado el crecimiento esperado. Con este documento se busca identificar los determinantes de la reforestación comercial a partir de la revisión de literatura para identificar las variables relacionadas con la reforestación y dada la ausencia de información en el sector forestal se realizó un análisis descriptivo de las variables. Algunos estudios previos han encontrado que la concentración de la propiedad rural y la intensidad de la ganadería, y en menor medida, con la inversión pública, el desempeño fiscal del municipio y el potencial forestal protector tienen incidencia en la reforestación comercial.

Las metas de gobierno dispuestas en el PND 2018-2022, incorporan un indicador denominado Áreas con reforestación comercial, que pretende realizar reforestación de 122.000 hectáreas para alcanzar una meta de 638.461 hectáreas reforestadas a 2022. A la fecha se han reforestado solamente 2.785 hectáreas, para un cumplimiento del 2,4% de la meta, este avance se ha dado gracias al programa de pequeños reforestadores que tiene Minagricultura con la Federación Nacional de Cafeteros. El avance durante 2019 y 2020 fue muy bajo, se espera que para los dos años posteriores se lleve a cabo el establecimiento de las plantaciones forestales, en 2021 se prevé la siembra 78.695 y durante 2022, 85.191 hectáreas. Aproximadamente el 30% se realizaría con recursos CIF.

Para alcanzar las metas de reforestación el gobierno nacional se ha propuesto cuatro estrategias, la primera a través del Certificado de Incentivo Forestal, a través de las líneas de crédito – vía Finagro, por medio de beneficios tributarios, y por medio de la gestión y articulación con otros programas de gobierno y entidades territoriales.

En este mismo sentido, se expedirá el Conpes para el control de la deforestación y gestión sostenible de los bosques que busca otorgar lineamientos de política y estrategias que permitan busca lograr en el corto plazo una reducción del 30 % de la deforestación proyectada a 2022, reducir a 100.000 hectáreas/año o menos, la deforestación en el año 2025 y en el año 2030 alcanzar la meta de cero deforestación neta a nivel nacional.

En Colombia cerca de 60 millones de hectáreas están cubiertas de bosque, lo que representa el 52% del territorio nacional, es decir que el recurso forestal es tal vez uno de los recursos ambientales más importantes del país (MADS, 2017). De las cuales el 42% corresponde a reservas forestales, ya sean zonas de reserva forestal de ley segunda, área de reserva forestal protectora nacional y área de reserva forestal protectora regional.

El potencial forestal de Colombia es de 24,5 millones de hectáreas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales. De acuerdo con el documento de política para plantaciones forestales, la cadena posee tres fortalezas esenciales para avanzar de forma ordenada en este propósito, tales como saber dónde plantar, con qué especies y cómo establecer, manejar y aprovechar las plantaciones con fines comerciales (UPRA, 2019). Es relevante tener en cuenta que actualmente el área plantada en forestales comerciales en el país es de 531.695 hectáreas. Los departamentos que tienen mayor área con plantaciones son Antioquia (22%), Vichada (20%), Meta (10%) y Córdoba (8%). Las especies más comunes son los pinos, seguido de eucaliptus, acacia, teca y melina.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que una de las principales amenazas para la biodiversidad es la expansión de la frontera agropecuaria<sup>1</sup> porque genera cambios en el uso del suelo y procesos de deforestación ante la incidencia de los monocultivos y praderización (frontera agropecuaria legal) o por cultivos de coca y extracción ilícita de minerales conexas (frontera agropecuaria ilegal). Para hacer frente al avance de la expansión de la frontera agropecuaria legal se abordan ciertas estrategias como el incremento de las plantaciones forestales en zonas protegidas y la promoción de sistemas agroforestales con el fin de mejorar la calidad del suelo y propiciar la sostenibilidad del sector agropecuario.

La agroforestería puede observarse como una alternativa que reúne cultivos, ganado y bosque para recuperar tierras desertificadas, explotar frutos del bosque y cría de ganado. Algunas de las ventajas de los sistemas agroforestales son el acondicionamiento de los cultivos expuestos a la variabilidad climática, atenuación de efectos negativos en el desarrollo del cultivo, economía del agua y prevención de procesos erosivos. El aprovechamiento de estos sistemas aporta al indicador de “hectáreas con reforestación comercial” del PND 2018-2022, pero no hay lineamientos claros sobre los beneficios y buenas prácticas para el sostenimiento y aprovechamiento de estos sistemas y sobre las formas en qué debe adelantarse su registro y demás cumplimiento de la normatividad para que el productor pueda obtener los beneficios económicos de las siembras de árboles en estos sistemas. Además, es posible que mediante otras políticas para el desarrollo rural como la de Asistencia Técnica en el marco del Servicio de Extensión Agropecuaria se pueda orientar a los productores hacia la producción de este tipo de sistemas, donde se acompañe en el establecimiento de las plantaciones y su posterior manejo.

## **Metodología**

Este documento se compone de dos elementos, el primero es un estudio de determinantes de la reforestación y el segundo es una alternativa o solución para abordar la dualidad que existe entre conservación y producción. Finalmente, juntos los elementos le aportan a la meta áreas con reforestación comercial, la primera identifica los factores o determinantes y la segunda expone una alternativa para conseguirla.

La información disponible para realizar un estudio sobre determinantes de la reforestación es insuficiente. En el sector forestal se evidencian algunas problemáticas en este sentido, las pocas

---

<sup>1</sup> La resolución 261 de 2018 del MADR en su artículo primero define la frontera agropecuaria como el límite del suelo rural que separan las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás en las que las actividades agropecuarias están excluidas por temas de ley.

estadísticas no tienen continuidad en el tiempo, son incompletas y desactualizadas, hay deficiencia en las estadísticas del área sembrada, la medición no es continua y las fuentes de información difieren en el valor reportado.

En este sentido este documento solo aborda un análisis descriptivo tanto para la variable independiente, reforestación comercial, como para sus principales determinantes. Se abordaron las variables explicativas, como el potencial forestal productor del territorio, concentración de la propiedad rural, intensidad de la ganadería, inversión pública o incentivos a la reforestación, capacidad institucional de los entes territoriales e infraestructura y logística.

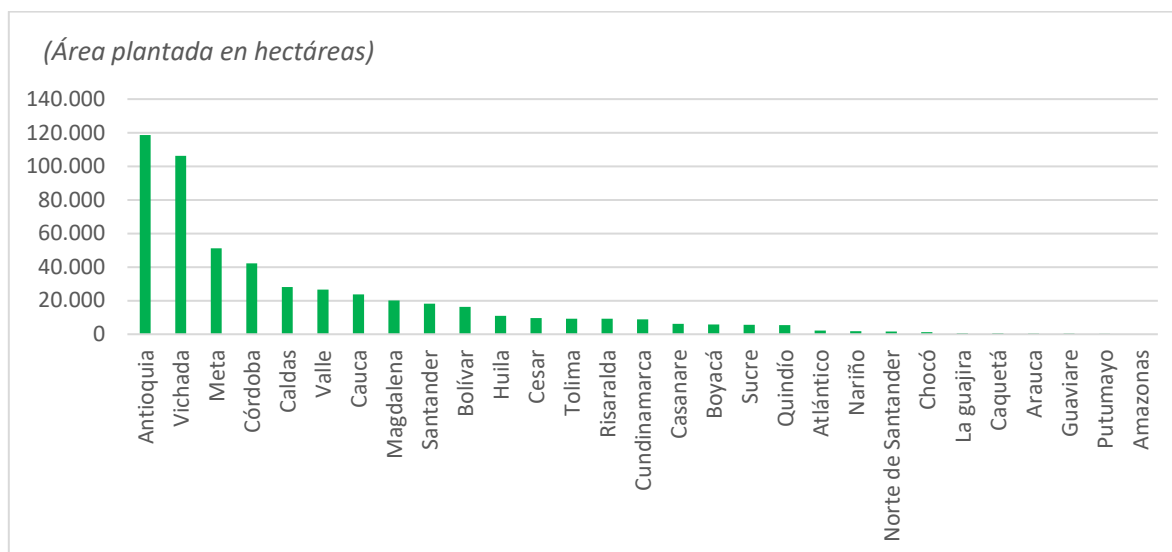
En cuanto al segundo elemento de este documento, se abordan mecanismos para promocionar los sistemas agroforestales, pues en estos no existe una dualidad entre conservación y producción, porque le apuntan a la producción sostenida y amigable con el medio ambiente. Algunos de los mecanismos que se han desarrollado en Colombia para el impulso de los sistemas agroforestales son desarrollados a través de gremios agropecuarios, es el caso de café, cacao y ganadería. Un caso exitoso se dio con el gremio cafetero que desarrolló una programa, cuyo esquema es similar al de Pago por Servicios Ambientales (PSA), allí se otorgaron incentivos económicos a los productores para la implementación de sistemas agroforestales y forestales. Los sistemas agroforestales representan grandes ventajas para los productores agropecuarios y se pueden ver como una alternativa económica sostenible, sin embargo, se debe trabajar en desarrollo de PSA para cadenas pecuarias y agrícolas, en la definición de criterios financieros verdes y en dar mayor claridad a la normativa jurídica que los reglamenta.

## **A. Variables que afectan la reforestación comercial en Colombia**

### **1. Reforestación comercial**

Durante primer semestre de 2020 se registraron 531.695 hectáreas de plantaciones forestales comerciales. De acuerdo con el gráfico 1, los departamentos que tienen mayor área de plantaciones forestales comerciales son Antioquia (22%), Vichada (20%), Meta (10%) y córdoba (8%).

Gráfico 1. Área de plantaciones forestales comerciales, por departamento.



Fuente: Elaboración propia, basado en datos del segundo boletín estadístico forestal (2020).

En el 2016 se presumía que había entre 340 a 360 mil hectáreas de plantaciones forestales, mientras que en 2018 se estimó que el número de plantaciones era de 450.000 hectáreas, pero luego ese registro se actualizó a 516.461 ha. Estos datos estaban incompletos pues carecían del registro de un área considerable en plantaciones que habían sido beneficiadas con CIF. A partir de 2019 el MADR comenzó a emitir el Boletín Estadístico Forestal con el fin de unificar una sola fuente de información con datos del registro de las plantaciones forestales a través del ICA, Finagro y FNC.

No obstante, se estima que un volumen importante de madera cosechada no es registrado, alrededor del 10%, debido a dificultades con la titularidad de los terrenos, no registro por cercanía a los centros de transformación y por robo de madera.

## 2. Potencial forestal productor

De acuerdo con la resolución 189 de 2019, existen cuatro regiones del país que han sido seleccionadas como de desarrollo estratégico para plantaciones forestales comerciales. Estas son la Orinoquía, Caribe, Eje cafetero y suroccidente y Central. Los departamentos las conforman de acuerdo como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Regiones forestales y los departamentos que las componen.

Regiones	Departamentos
Caribe	Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba y Magdalena
Eje Cafetero y suroccidente	Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Valle del Cauca y Cauca
Orinoquía	Meta, Casanare y Vichada
Central	Bogotá y Cundinamarca

Fuente: UPRA (2019).

Se prevé que para 2025 en la región de la Orinoquía se lleve a cabo el establecimiento del 62% de las plantaciones con fines comerciales para la obtención de madera. Así como el establecimiento de núcleos de producción forestal de la región.

De acuerdo con el segundo Boletín estadístico Forestal, la zona del Eje Cafetero aporta el 40% del total de las hectáreas con plantaciones forestales del país y la Orinoquía el 31% (ver tabla 2).

**Tabla 2.** Área establecida, hasta primer semestre de 2020, por zonas de aptitud forestal

Zona de aptitud	Hectáreas
Caribe	90.505
Eje Cafetero y suroccidente	211.795
Orinoquía	163.563
Otros	65.830
<b>Total general</b>	<b>531.693</b>

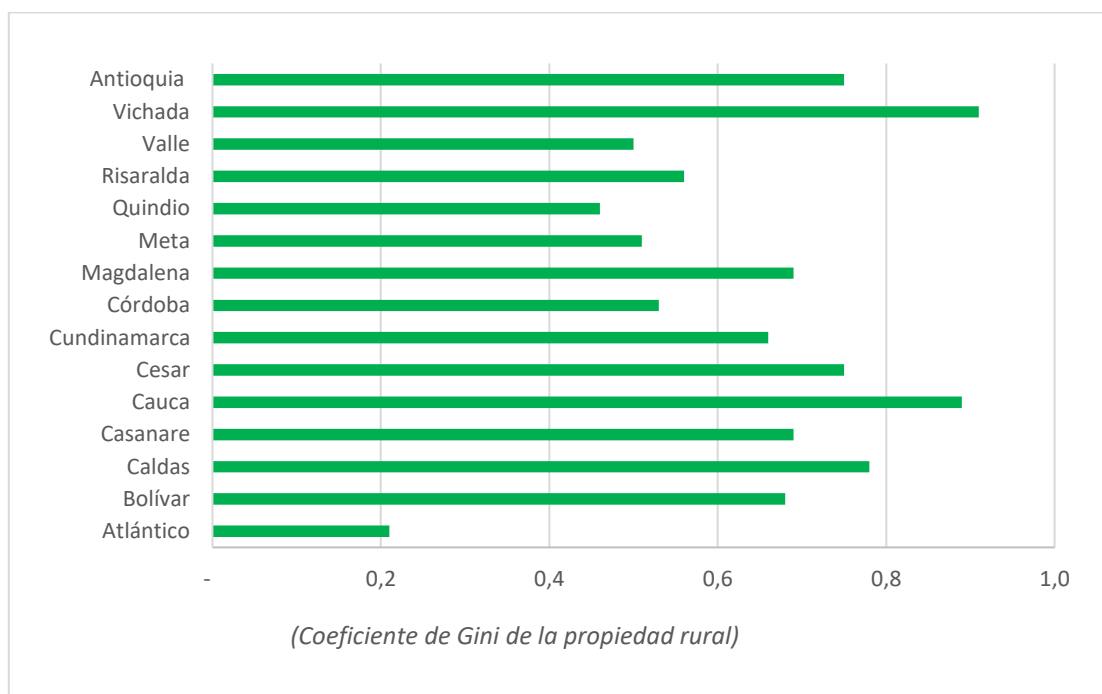
Fuente: Boletín Estadístico Forestal (2020).

### ***3. Concentración de la propiedad rural***

La relación entre concentración de la propiedad rural y reforestación comercial, de acuerdo con Garcés (2013) debería ser negativa, es decir, si un productor cuenta con más cantidad de tierra tiene más probabilidades de reforestar la zona. Esto tiene que ver con el tipo de negocio, los forestales son un cultivo de largo plazo que requiere una inversión inicial alta y también representa mayores beneficios si se lleva a cabo en un grandes superficies.

La estructura de tenencia de la tierra se mide a través del coeficiente de Gini de la propiedad rural, de acuerdo con la literatura a mayores niveles de concentración de la propiedad rural mayor es la probabilidad de que se reforeste la zona. El índice de distribución de la propiedad rural (Gini) en el país es de 0,89 (Semana Rural, 2019), una medida en donde 0 significa total igualdad y 1 plena desigualdad, es decir que grandes extensiones de tierra siguen concentrándose en pocas manos, mientras la pequeña está fragmentada en un número mayor de personas.

Gráfico 2. Coeficiente de Gini de la propiedad rural para departamentos con potencial forestal, 2014.



Fuente: UPRA (2015) - Basado en datos IGAC.

#### 4. Intensidad de la ganadería<sup>2</sup>

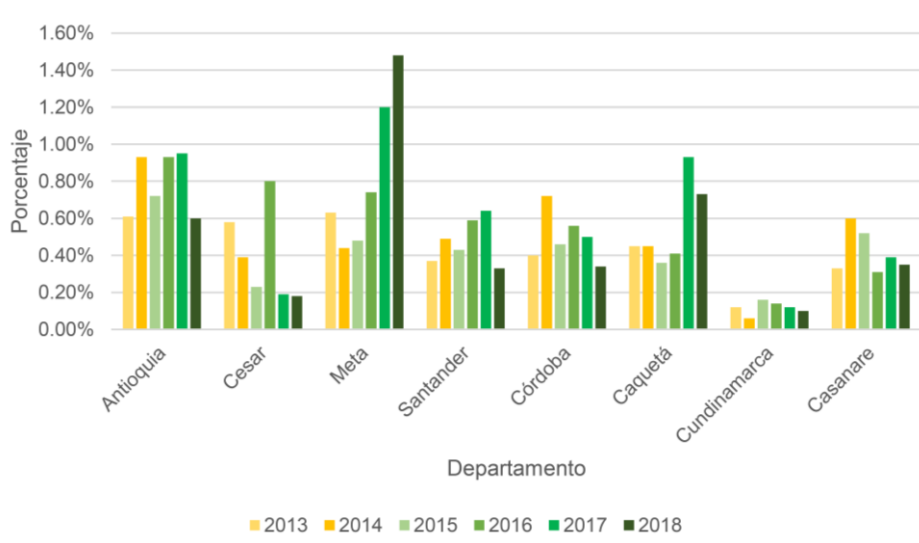
El sector ganadero es el responsable de gran parte de la huella ambiental de las actividades antrópicas en el país (Humboldt, 2020). El pastoreo de ganado es el uso de la tierra más frecuente en Colombia y también se cataloga como uno de los factores que promueve la expansión de la frontera agropecuaria. El gran problema de la ganadería es el alto impacto ambiental y la baja productividad.

En Colombia no existe una correspondencia entre vocación del suelo y su uso. Por ejemplo, actualmente se usan más de 34 millones de hectáreas para la ganadería, cuando la vocación ganadera del suelo es de solo 15 millones de hectáreas; en contraste, de las 22 millones de hectáreas que tienen vocación agrícola, solo se utilizan 5 millones de hectáreas; y de las 7 millones de hectáreas con alto potencial para plantaciones forestales, solo se utilizan 568.000 hectáreas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020) (UPRA, 2018). En este sentido, el uso ineficiente del suelo genera bajos niveles de productividad y competitividad de las actividades productivas desarrolladas, debido a la degradación progresiva de la tierra, lo que ocasiona la reducción de la capacidad del suelo para promover un desarrollo ambiental, económica y socialmente sostenible (UPRA, 2013).

<sup>2</sup> Intensidad de la ganadería hace referencia a la cantidad de cabezas de ganado por hectárea.

La ganadería bovina es una forma de poseer la tierra. A esta actividad se le atribuye ser responsable del 50 % del total de nuevas tierras colonizadas entre 2005 y 2012, siendo la Amazonía la región en donde se registró el 44 % de los pastizales, seguida de la región Andina con el 28 % fuente. Para sostener la población bovina nacional (28.2 millones de cabezas en 2020) se usan aproximadamente 39,2 millones de hectáreas de suelo, lo que implica una capacidad de carga promedio de 0,6 cabezas de ganado por hectárea, lo que hace a este sector poco productivo y competitivo (Tapasco et al., 2015).

**Gráfico 3.** Tasa de deforestación anual en departamentos ganaderos, 2013 -2018.

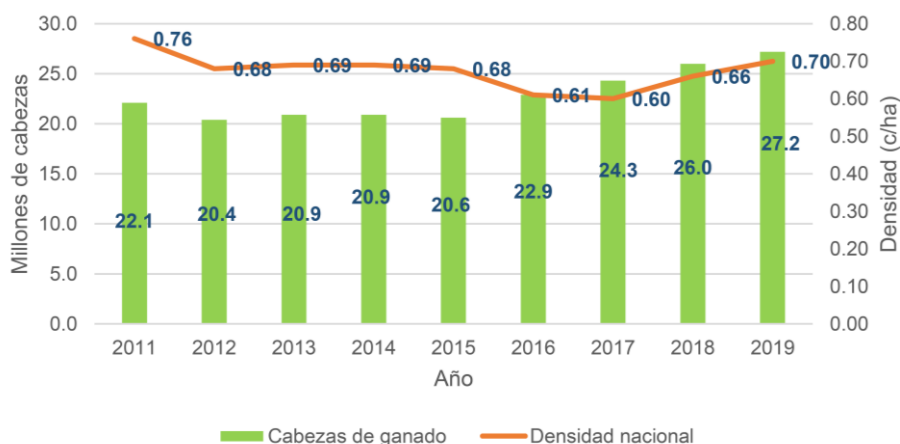


Fuente: Línea base de ganadería de carne bovina - UPRA (2020).

Frente a los modelos productivos ganaderos existen importantes obstáculos en relación con su contribución a la reducción de la deforestación, toda vez que las tendencias indican que el área dedicada al pastoreo de ganado crecerá si esta actividad sigue sirviendo como un mecanismo para demostrar ocupación, así mismo en ausencia de otras alternativas económicas viables en territorios apartados, el reasentamiento de campesinos desplazados podría provocar una expansión de la ganadería.

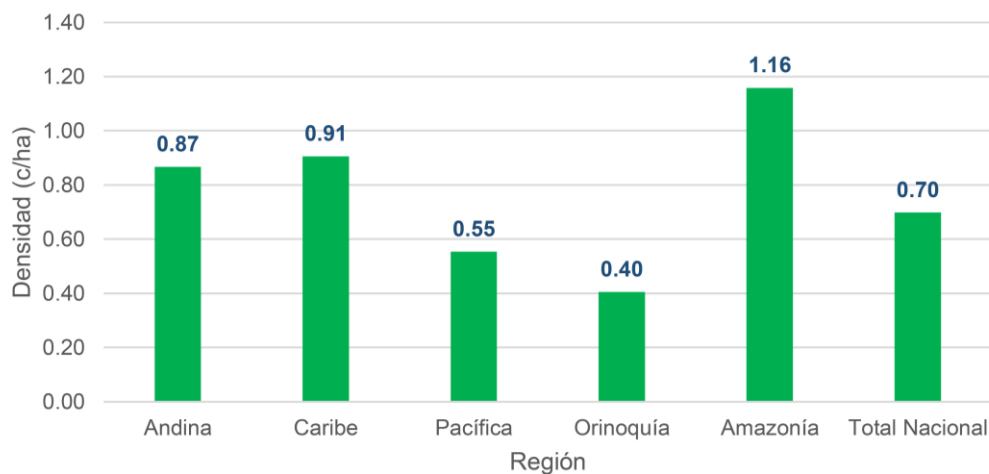
El número de cabezas de ganado por hectárea cambia de acuerdo con la región, la época del año, el tipo de forraje, suplementación y edad y peso del animal. En fincas tradicionales del trópico bajo de Colombia, se encuentra entre 1.5 y 1.8 bovinos adultos de 400 a 450 kilos. En predios tecnificados se pueden hallar de 3 a 4 reses. De acuerdo con la gráfico 4 la densidad de reses por hectárea fue 0,7 en promedio a nivel nacional durante el 2019.

**Gráfico 4.** Hato ganadero y densidad animal 2011 -2019



Fuente: Línea base de ganadería de carne bovina - UPRA (2020). Basado en datos ENA 2011 -2019.

**Gráfico 5.** Densidad animal de ganado bovino por región, 2019.



Fuente: Línea base de ganadería de carne bovina - UPRA (2020). Basado en datos ENA 2011 -2019.

Se esperaría que la intensidad de la ganadería tenga una relación negativa con la reforestación comercial. De acuerdo con Garcés (2013), la intensidad de la ganadería genera un uso conflictivo con la agricultura y la reforestación, si se observan como bienes sustitutos en el uso de la tierra, pero pueden ser complementarios, como es el caso de los sistemas agroforestales y silvopastoriles.

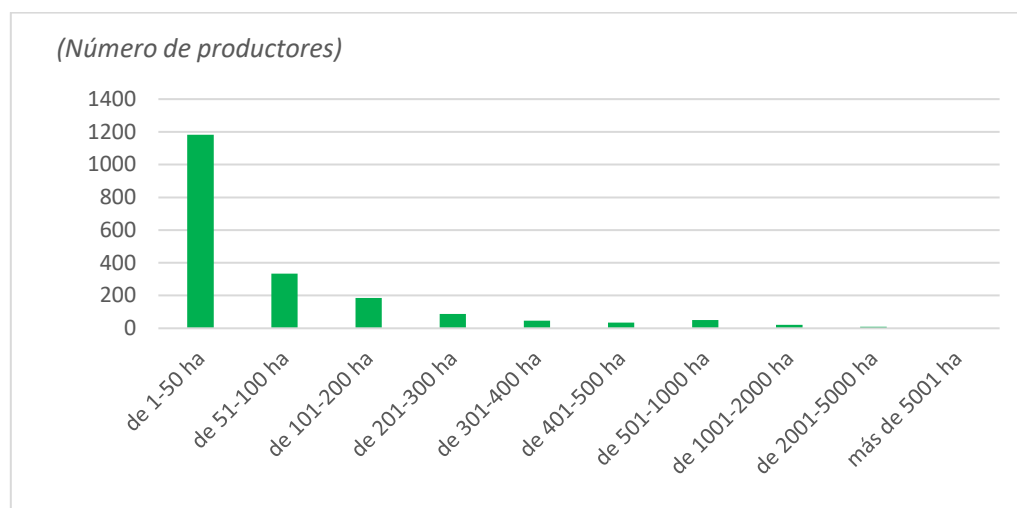
## 5. Inversión pública o incentivos a la reforestación

En el país existen algunos incentivos financieros para desarrollo del sector forestal comercial, los más conocidos son el Certificado de Incentivo Forestal (CIF), el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) y las Líneas Especiales de Crédito (LEC), los tres instrumentos son otorgados a través de Finagro. Sin embargo, el acceso a dichos recursos es limitado, ante la escasez de los recursos de inversión.



Durante el 2012 al 2016 se establecieron 238.900 plantaciones forestales comerciales a través del CIF. Del total de incentivos otorgados por CIF, el 60% de los predios plantados tiene áreas de menos de 50 ha. De acuerdo con la definición de pequeño reforestador<sup>3</sup>, el 95,7% de beneficiarios CIF son pequeños reforestadores, es decir que poseen menos de 500 hectáreas.

**Gráfico 6.** Clasificación de tamaño de predio (en hectáreas) de acuerdo con el número de productores que accedieron al CIF, 2012-2016



Fuente: elaboración propia, datos Finagro – MADR.

Durante 2018, 2019, 2020 no se otorgaron incentivos vía CIF para establecimiento de plantaciones forestales comerciales. Solo se cubrieron las obligaciones adquiridas en lo relacionado a mantenimientos, incentivo que se debe otorgar durante los primeros 5 años de la plantación.

La estructura del CIF, basada en pequeños reforestadores dificulta el manejo, la comercialización y la innovación tecnológica en el sector forestal, porque los pequeños productores no tienen la capacidad y conocimientos técnicos necesarios para el manejo forestal, generando un número de hectáreas reforestadas, desarticuladas de las líneas de producción, industrias forestales o planes de negocios concretos (DNP, 2018). De acuerdo con Profor (2017) un área de 1 km<sup>2</sup> para la producción de madera resulta de difícil manejo si se quieren reducir los costos de producción, debido a que generalmente estas plantaciones presentan costos fijos elevados además de otras importantes inversiones en infraestructura, logística, insumos y maquinaria que suelen tener un costo elevado.

---

<sup>3</sup> La Ley 1753 de 2014 “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018”. Dice en su Artículo 177, los recursos del Certificado de Incentivo Forestal (CIF), serán distribuidos regionalmente conforme a lo aprobado por el Consejo Directivo del CIF, que deberá garantizar porcentualmente la adecuada participación del pequeño reforestador en dicha asignación. Esta distribución se efectuará hasta los montos presupuestales disponibles. Entiéndase como **pequeño reforestador** aquel que desarrolle un proyecto de establecimiento y manejo forestal en un área hasta de 500 hectáreas.

Por su parte la LEC e ICR tienen varios destinos de crédito, no solo contemplan el sector forestal, y su finalidad es mejorar la competitividad y sostenibilidad de la producción agropecuaria. Dentro de los campos de inversión se contemplan los cultivos de tardío rendimiento, así como infraestructura, adecuación de tierras, sistemas silvopastoriles, entre otros. Otro tipo de incentivo a las plantaciones forestales es a través de exenciones tributarias o renta exenta para actividades forestales con fines comerciales, artículo 91 de la Ley 2010 de 2019, que establece las rentas exentas del impuesto sobre la renta relacionadas con el aprovechamiento de nuevas plantaciones forestales, incluida la guadua, el caucho y el marañón y las inversiones en nuevos aserríos y plantas de procesamiento.

## **6. Capacidad institucional de las entidades territoriales**

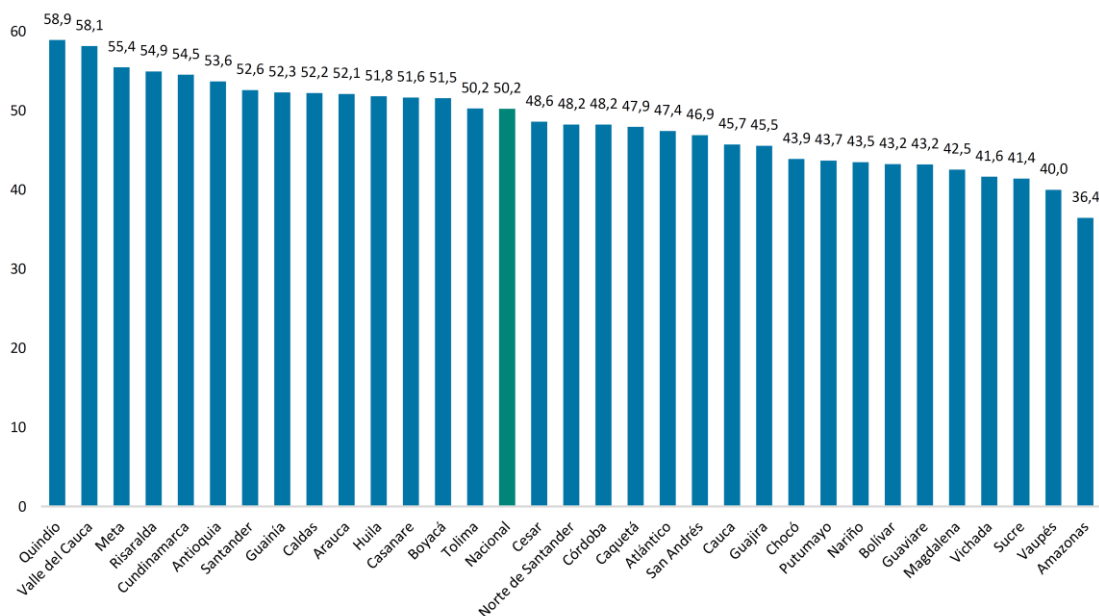
A nivel territorial las entidades cumplen una labor muy importante en la implementación de la política. Para el sector forestal comercial se deben surtir los trámites de registro ante el ICA en la gerencia seccional correspondiente y en el caso de las plantaciones protectoras productoras deben cumplir con un registro adicional ante la Corporación Autónoma Regional (CAR), en el área técnica de bosques. Aunque el trámite de registros se adelanta a través de entidades que están en cabeza del orden nacional, cada municipio tiene una capacidad o características propias en el manejo de su gestión que impulsa el desarrollo del sector.

Para medir la capacidad institucional de las entidades territoriales se podría utilizar el índice de desempeño municipal que tiene como objetivo medir y comparar el desempeño municipal entendido como la gestión de las Entidades Territoriales y la consecución de resultados de desarrollo (el aumento de la calidad de vida de la población) teniendo en cuenta las capacidades iniciales de los municipios, para incentivar la inversión orientada a resultados y como instrumento para el diseño de políticas dirigidas al fortalecimiento de capacidades y al cierre de brechas territoriales.

De acuerdo con los resultados 2018, los departamentos que tienen mayor puntaje promedio de desempeño municipal son Quindío, Valle del Cauca y Meta (ver gráfico 6).

Esta variable podría tener una relación positiva con el número de hectáreas reforestadas, es decir que entre mayor sea el desempeño municipal, los usuarios de la información o reforestadores van a poder acceder más fácilmente a registros, van a estar más motivados a realizar plantaciones forestales porque las reglas de juego son claras.

**Gráfico 7.** Índice de desempeño municipal promedio por departamentos, 2018.



Fuente: DNP (2018).

## 7. Infraestructura y logística

Las plantaciones forestales se desarrollaron en regiones montañosas, lo cual influye directamente en los costos de acceso, silvicultura, manejo, cosecha y transporte. Por tal razón, los costos asociados a la logística de transporte de madera rolliza son muy altos debido al mal estado de las vías, las distancias entre los centros de producción y consumo, y la poca disponibilidad de vehículos modernos para transporte. El grado de mecanización es posible dependiendo la región, el eje cafetero tiene un potencial de mecanización del 20%, mientras que la región Caribe 60% y la región Orinoquía, dadas sus condiciones geográficas tiene un potencial del 90% (Profor, 2017).

De acuerdo con Profor (2017) algunas medidas para reducir los costos de los caminos forestales son incluir zonas más planas en el área con prioridad forestal en la zonificación del país, generar subsidios para crear acceso primario a las áreas forestales, tecnologías y capacitación para reducir los costos en la construcción de caminos forestales. De tal forma que la productividad del sector sea mayor y sea competitivo.

En el país existen dificultades en la logística operacional, ante unos costos altos para la construcción de caminos forestales, pues los principales núcleos forestales se encuentran en zonas de media y alta montaña.

La logística de transporte es ineficiente y presenta atrasos, la velocidad promedio en zonas montañosas es alrededor de 20 km/hora, con un parque automotor antiguo, vías muy estrechas y peajes frecuentes, con una distancia promedio de 80km/hora hasta la industria de transformación, además la capacidad de carga es limitada, entre 12 a 16 toneladas por camión, así mismo en ocasiones el acceso a las plantaciones pasa por pueblos o caseríos, cuyas vías son

muy estrechas y no permiten el paso de camiones de gran capacidad, la recepción de la madera es ineficiente, tarda más de dos horas en planta, entre otras problemáticas que dificultan el transporte de madera e incrementan los costos (Profor, 2017).

Una variable que puede representar la infraestructura y logística es el aislamiento geográfico, medido a través de la distancia de las plantaciones forestales hasta la planta de aprovechamiento. De acuerdo con una entrevista realizada por Profor (2017) en el Eje Cafetero la distancia promedio de transporte de madera rolliza hasta las industrias de tableros, pulpas y aserrados es en promedio 80km. En la zona Caribe la distancia es similar a la del Eje Cafetero, pero en algunos casos puede ser de más de 200km, mientras que en la Orinoquía los centros de transformación tienen sus propias plantas cerca de la industria; sin embargo, el volumen transportado es bajo porque el desarrollo de la industria es incipiente y la mayoría de las plantaciones son nuevas. Durante el primer semestre de 2020 se movilizaron 1.095.366 m<sup>3</sup> de madera en el país. Donde los departamentos con mayor volumen de madera movilizada fueron Antioquia, Cauca y Valle del Cauca con una participación de 25%, 19% y 17,7% respectivamente (Boletín Estadístico Forestal, 2020). El principal destino de la madera es para la industria de transformación de pulpa (38%), madera rolliza (27%), y bloque (18%).

## **B. Mecanismos para la promoción de sistemas agroforestales en Colombia**

### **Sistemas agroforestales (SAF)**

Los sistemas agroforestales son una forma de cultivos múltiples en donde al menos uno de los componentes del sistema es una especie leñosa perenne, que puede ser un árbol o arbusto (USDA, 2015). Estos sistemas aprovechan la relación complementaria entre árboles, cultivo y/o ganado, de tal forma que la productividad, la estabilidad y la sostenibilidad del sistema en conjunto son superiores, a la producción individual de cada cultivo (FNC - Cenicafé, 2014).

Es un sistema agrícola ideal para la recuperación de la agricultura sostenible en zonas de bajo potencial productivo porque se orienta hacia el manejo integrado de los recursos productivos que existen en el territorio, y cuando se realiza de forma adecuada, permite mejorar los suelos degradados y estabilizar ecosistemas frágiles.

#### *2.1 Principales características de los sistemas agroforestales*

Las principales características de los sistemas agroforestales son

- i) Aumento de la producción, pues tienden a mantener o aumentar su productividad mediante productos obtenidos del cultivo y los árboles,
- ii) aceptación, este es un sistema de prácticas ya conocido e implica el mejoramiento de las tecnologías silvícolas y el ajuste a las prácticas agrícolas locales,
- iii) continuidad, puede alcanzar y mantener indefinidamente los objetivos de la conservación y de la fertilidad del suelo, conservando el potencial de producción como base del recurso, en función de los efectos benéficos de los árboles sobre el suelo, y

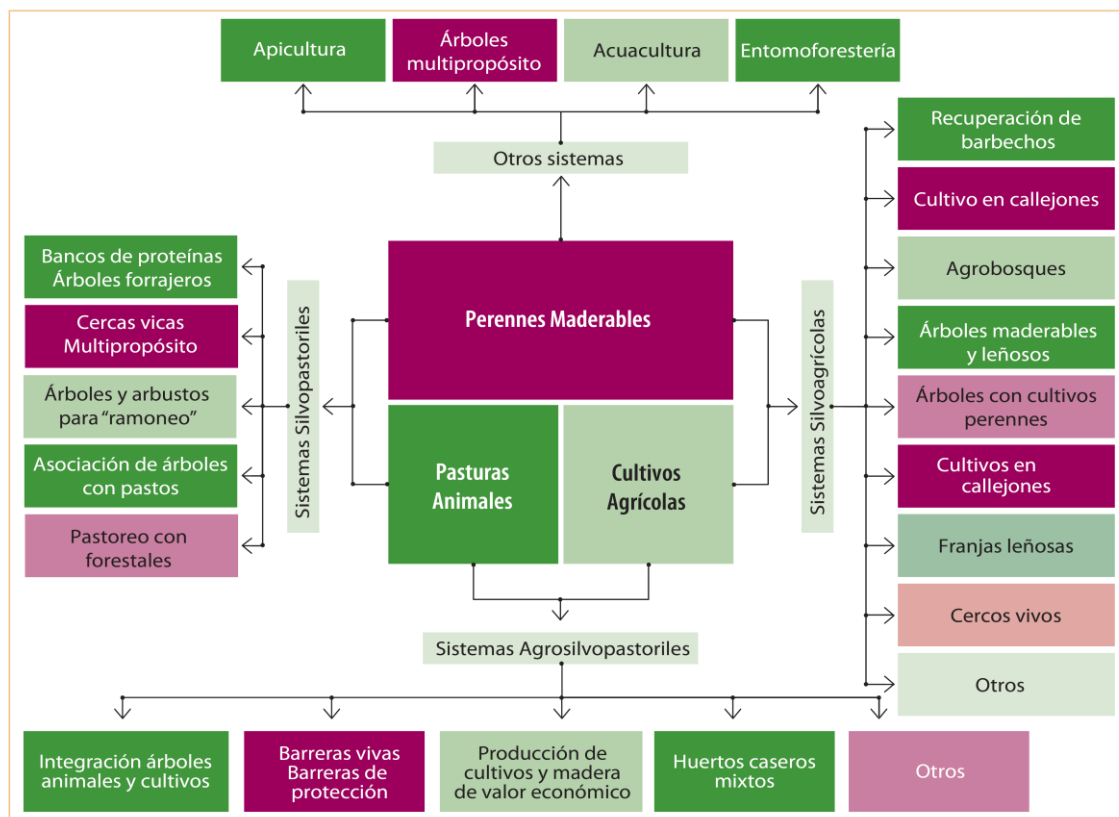
- iv) resiliencia, la capacidad de un sistema para absorber perturbaciones y retener sus funciones, la estructura básica y su identidad (FNC - Cenicafé, 2014).

## 2.2 Tipos de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales más comunes son árboles asociados con cultivos perennes<sup>4</sup>, cultivos en callejones, sistemas silvopastoriles, plantaciones con árboles en los linderos, cercas vivas, agrobosques y cortinas rompevientos. Aun así, existen múltiples asociaciones e interacciones del componente arbóreo en una finca, éstas se pueden observar en la Figura 1.

El sistema de árboles asociados con cultivos perennes se enfoca en la interacción directa entre los componentes agrícolas y arbóreos, a esta categoría pertenecen todas las asociaciones de árboles y cultivos perennes donde el componente arbóreo genera sombra. Los cultivos en callejones se caracterizan por el establecimiento de hileras de plantas entre los surcos de los árboles. Los sistemas silvopastoriles poseen características similares a los dos anteriores, aquí los árboles generan sombra para pastos y forrajes. Las plantaciones de árboles en linderos y cercas vivas se usan para delimitar las fincas y para separar áreas con diferentes cultivos. Por último, las cortinas rompevientos y barreras vivas con árboles sirven para reducir la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios, así como la generación de servicios ambientales, dichas barreras están constituidas por una o varias hileras de árboles.

Figura 1. Clasificación de los sistemas agroforestales



<sup>4</sup> Hace referencia a todos los cultivos de ciclo largo, es decir que su periodo vegetativo se extiende más allá de los doce meses y por lo regular una vez establecida la plantación, se obtienen varias cosechas.

Fuente: Farfán (2007) – FNC.

### *2.3 Servicios ambientales de los sistemas agroforestales*

Los principales servicios ambientales que proveen los sistemas agroforestales son:

- El mantenimiento de la fertilidad del suelo, a través de la fijación de nitrógeno y el reciclaje de nutrientes. Este efecto está vinculado con el crecimiento de los árboles fijadores de nitrógeno o árboles de raíces profundas que aumentan la disponibilidad de los nutrientes desde capas profundas hacia la superficie del suelo y acumulación de materia orgánica en el suelo. De acuerdo con FAO (2017), muchos estudios han demostrado que los suelos de los sistemas agroforestales tiene mayores niveles de carbono orgánico, nitrógeno mineralizable, potasio, fósforo y calcio, comparados con los suelos que están fuera del SAF.
- Reducción de la erosión en el suelo. Los árboles pueden contribuir de diferentes formas a reducir los niveles de erosión en el suelo, una de ellas es a través de la creación de cortinas de rompevientos y cinturones forestales de protección para reducir el daño causado por los fuertes vientos, mejorar la polinización y reducir la evaporación del suelo. Otros sistemas de siembra que disminuyen la erosión son a través de curvas de nivel o siembra en contra de la pendiente y cultivo en callejones (FAO, 2017).
- Mantenimiento de la cantidad y calidad del agua al favorecer la infiltración y reducir la escorrentía superficial que podría contaminar cursos de agua. Al aumentar la capa vegetal y el contenido de materia orgánica del suelo, en comparación con los monocultivos, los SAF reducen las escorrentías y la evaporación del suelo, aumentan los índices de infiltración del agua y la capacidad de retención, aumentando la disponibilidad hídrica en todas las capas del suelo para el crecimiento de las plantas (FAO, 2017).
- Captura de carbono y reducción de emisiones de gases efecto invernadero. En este caso se dan dos efectos, primero los árboles acumulan carbono en la biomasa leñosa y en los suelos y segundo la agrosilvicultura se extiende y aumenta la productividad de la tierra en comparación con los sistemas convencionales, reduciendo así el incentivo para establecer nuevas praderas y como tal, se reduce la tasa de deforestación y degradación del paisaje (Aynekulu et al., 2019).
- Conservación de la biodiversidad en paisajes agrícolas deforestados y fragmentados. Los SAF proporcionan recursos y un hábitat para muchas especies de animales y plantas, mantienen la conectividad en el paisaje (Beer, Harvey, Ibrahim, & Harmand, 2003).
- Servicios de aprovisionamiento: Producción de productos alimentarios y no alimentarios para el consumo en el hogar y para generar ingresos.

## **3. Sistemas agroforestales en Colombia**

### 3.1 Normatividad

De acuerdo con la Resolución 2398 de 2019, en su Artículo 2.3.3.2. los sistemas agroforestales se definen como una “forma de producción que combina en el terreno especies forestales con especies agrícolas y/o áreas de producción ganadera, con una distribución espacio - temporal de los árboles en el sistema productivo que indica claramente su introducción como componente forestal”.

De acuerdo con la norma, las plantaciones deben registrarse ante la autoridad sanitaria, el Decreto 2398 de 2019 de MADR y la Resolución 71641 de 2020 del ICA, establecen los requisitos y procedimientos para el registro de plantaciones forestales ante el ICA y la expedición de certificados de movilización de productos de transformación primaria obtenidos de las plantaciones forestales comerciales, en las que el ámbito de aplicación cubre a los Sistemas Agroforestales (SAF). En la resolución se establece que se debe realizar el registro de la plantación forestal con un plazo de dos años siguientes a su establecimiento para adelantar el trámite del registro ante el ICA. En cuanto al aprovechamiento del cultivo, se debe solicitar el certificado de movilización ante el ICA cuando el productor decida realizar el transporte del recurso forestal, adjuntando la documentación solicitada en la Resolución 71641.

Por otra parte, se encuentra el Decreto 130 de 2020, en el cual se reglamenta lo relacionado con el Certificado de Incentivo Forestal CIF. En este decreto no se especifica que los sistemas agroforestales puedan ser sujetos de CIF, pero se hace referencia a proyectos forestales que cuenten con especies aptas descritas en la Resolución 80<sup>5</sup> y 474 de 2013 del MADR<sup>6</sup>. Sin embargo, en la resolución 357 de 2019 por la cual se determina el valor de los costos de establecimiento y mantenimiento para 2020, se fija un incentivo por árbol para plantaciones con densidades inferiores a 1000 y superiores a 50 árboles por hectárea.

En cuanto a las competencias del sector ambiente a través de las CAR, se especificaron en el Decreto 1532 de 2019, se aclara que el registro, aprovechamiento y demás actuaciones relacionadas con las plantaciones forestales protectoras productoras y las plantaciones forestales protectoras son competencia de las autoridades ambientales regionales. Por su parte, en lo que concierne al aprovechamiento de árboles aislados y de sombrío, son competencia de las autoridades ambientales y el ministerio debe señalar las condiciones y requisitos para su aprovechamiento, dicha resolución está en formulación.

Como se observa, se han realizado avances importantes en materia normativa para el sector, no obstante faltan algunos aspectos que presentan un vacío normativo, específicamente en lo relacionado con las competencias que deben tener las Corporaciones Autónomas en la regulación del sombrío, lo que se consideraría como bosque plantado o natural para establecer el registro ante la autoridad competente, falta de registro de predios porque no hay claridad en los derechos de propiedad o titularidad del territorio, es el caso de la falsa tradición.

Por otra parte, existen aspectos que se consideran como obstáculos jurídicos que afectan a tanto a los sistemas agroforestales como forestales. Se presenta inestabilidad jurídica por las modificaciones en el régimen normativo, dado que las plantaciones forestales son cultivos de largo plazo (en promedio 20 años) y existen cambios o ajustes la definición de la aptitud del suelo (POT municipales) existe un riesgo de que no se pueda realizar aprovechamiento de la plantación comercial en caso de que sea declarado el terreno como área protegida, también existen diferentes interpretaciones y exigencias para el acotamiento de las rondas hídricas, exigencia de requisitos adicionales para el desarrollo de la actividad y exigencias fuera de la normatividad vigente ante las diferentes interpretaciones de la norma.

---

<sup>5</sup> Resolución 80 de 2013 “Por la cual se fija el listado de especies forestales a ser beneficiadas con el Certificado de Incentivo Forestal – CIF”.

<sup>6</sup> Resolución 474 de 2013 “Por medio de la cual se modifica la Resolución 080 de 11 de marzo de 2013”, modifica el artículo 2 que hace referencia a las especies forestales introducidas.

### 3.2 Mecanismos que permiten la promoción sistemas agroforestales en Colombia

Existen mecanismos de promoción de sistemas agroforestales a través del sistema financiero, por medio de líneas de crédito amigables con el medio ambiente, Pago por Servicios Ambientales (PSA) y otros similares a PSA impulsados por cooperación internacional y los gremios agropecuarios. Sin embargo, algunos de estos mecanismos no se encuentran bien desarrollados para el sector.

En lo relacionado mecanismos financieros, a la fecha, para el sector agropecuario solamente existe una línea especial de crédito para actividades pecuarias sostenibles, específicamente en sistemas agrosilvopastoriles, con un destino de crédito en cultivos de silvopastoreo. Los mecanismos financieros que impulsan el desarrollo de sistemas agroforestales no se encuentran bien desarrollados, porque aún no se ha definido una taxonomía que defina lo que se considera sostenible o verde, esta definición es necesaria para que la banca de desarrollo (Finagro) le pueda brindar condiciones de financiamiento más accesibles y con criterios claros a la banca de primer piso a favor de la sostenibilidad ambiental y así vincular a más productores del sector agropecuario.

Existen otras líneas de crédito para el sector agropecuario que financian diversas actividades tanto sostenibles como las que no lo son, un ejemplo de ello es a toda máquina. Sin embargo, todos los créditos que se otorgan a través de la banca de segundo piso deben cumplir con ciertos criterios mínimos en el componente ambiental.

Por otra parte, existe un piloto que se desarrolló con cooperación internacional en el marco del Programa Visión Amazonía, este piloto es similar al sistema de PSA, allí se desarrolló el Incentivo a la Transformación Sostenible, ITPS, con el fin de frenar la deforestación en el principal arco de deforestación del país, en Putumayo, Caquetá y Sur del Meta. Los pagos se realizan a través de Finagro, y la permanencia de los productores en el programa es de máximo de 3 años. La apuesta de este piloto es crear núcleos de desarrollo forestal, turismo de naturaleza y desarrollo agroambiental. El desarrollo del piloto ha permitido a la banca de segundo piso explorar instrumentos de crédito que tienen un propósito verde y plantearse la posibilidad de extender este tipo de iniciativas al nivel nacional.

En el país, el sistema de PSA dio un importante avance a través del Conpes 3886 en cual se establecieron lineamientos de política para su implementación. Sin embargo, la implementación de este ha estado más enfocada hacia la conservación, que hacía la producción sostenible del sector agropecuario. Aunque para el sector pecuario, específicamente en ganadería bovina, existen algunos avances, pues desde la mesa de ganadería sostenible se trabaja en un documento de lineamientos estratégicos de la ganadería bovina sostenible colombiana, dentro del cual se incluye el pago por servicios ambientales como estrategia para promover la reconversión de la ganadería bovina.

Por otra parte, en cuanto a estrategias implementadas por los gremios agropecuarios, en el caso del sector cafetero se impulsó un esquema de producción sostenible que es similar a PSA, porque consiste en un pago por resultados. Existen otros casos como Cacao y Ganadería, donde no se genera un pago por implementar el sistema agroforestal, pero existen otros incentivos en materia de extensión agropecuaria y vía precios o valor agregado en el producto final.



El caso más exitoso del sector agropecuario es el implementado por el sector cafetero, razón por la cual en este estudio se realiza una revisión detallada del programa. Este programa se convirtió en uno de los mecanismos más efectivos para avanzar en el número de hectáreas con plantaciones forestales en Colombia, se realizó con cooperación internacional, a través de KFW y culminó en 2020, y tuvo resultados destacables en cuanto a reforestación comercial. Este programa tiene una estructura similar al mecanismo de Pago por Servicios Ambientales, pues está reconociendo una externalidad positiva en la producción a través de un incentivo monetario a productores de café.

### 3.3 Programa de reforestación entre el banco KFW y la Federación Nacional de Cafeteros

El proyecto de cooperación internacional entre el gobierno de Alemania, a través del banco KFW y la Federación Nacional de Cafeteros se desarrolló desde 2005 hasta 2020, para ocho departamentos cafeteros. Desde entonces se han implementado 36.864 hectáreas de plantaciones forestales y agroforestales, junto con acciones de recuperación florística de 572 hectáreas de bosques degradados y la conservación y protección de 5.610 hectáreas de bosques naturales asociados a nacimientos y cauces de quebradas. Las acciones del proyecto se enfocaron hacia el uso adecuado del suelo, combinando el cultivo de café con arreglos agroforestales, plantaciones forestales y cercos vivos, acompañado de acciones de conservación y cuidado de bosques naturales (Federación Nacional de Cafeteros, 2020).

El programa surge en 1993 con el Programa Forestal Río Magdalena, dada la importancia de la cuenca del río Magdalena como la principal red hídrica del país. Entre 1993 y 2009 la Federación ejecutó este programa con el apoyo de KFW con el propósito de contribuir a la estabilización del balance hídrico y a la reducción de la erosión en subcuencas prioritarias de la cuenca media y alta del Río Magdalena, a través de un incremento del uso forestal sostenible en pendientes y zonas altas degradadas.

Ante el éxito del Programa Forestal Río Magdalena, se desarrollo posteriormente entre 2001 a 2004 negociaciones intergubernamentales con ofrecimiento de recursos por un total de EUR 17,5 millones para el desarrollo de un nuevo Programa denominado “Silvicultura como alternativa de producción en la zona marginal de la región cafetera – fase III. Desde 2005 se iniciaron las actividades del Programa de Silvicultura, financiadas en primera instancia con recursos del Gremio Cafetero y del gobierno colombiano, por intermedio del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que para esos años aportó recursos del orden de COP 13.785.000.000. Posteriormente se suscribieron 12 contratos, estos contratos fueron suscritos entre ambos gobiernos, y establecieron al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como el ejecutor y responsable del Programa, designando a la Federación Nacional de Cafeteros como la entidad que implementaría el Programa (FNC, 2020).

En la implementación del programa se continuó el mecanismo que se traía desde el Programa Forestal Río Magdalena, basado en la asignación de incentivos forestales establecidos en el Programa Nacional de Certificado de Incentivo Forestal – CIF. Se realizaron ajustes metodológicos a los establecido en la Ley del CIF con el fin de adaptar el programa a las condiciones económicas de los pequeños agricultores y el permanente acompañamiento técnico y administrativo de la FNC. Lo anterior permitió establecer una metodología de desarrollo

forestal comunitario, con la cual se conformaron grandes núcleos forestales mediante la incorporación de pequeñas unidades de producción agropecuaria. Para lo anterior, los Comités de Cafeteros suscribieron 13.565 contratos individuales con los agricultores (FNC, 2020).

Dentro de la estructura organizacional del programa a nivel nacional, por parte de la Federación Nacional de Cafeteros se realizaron algunas actividades como planes operativos anuales, acompañamiento técnico para el equipo de profesionales adscrito al programa en cada uno de los Comités de Cafeteros, mientras que a nivel departamental, la ejecución del programa estuvo en cabeza del Líder de Extensión de cada Comité, de quien depende el coordinador departamental de programa y el equipo técnico de extensionistas, responsables de la extensión forestal y el relacionamiento con los agricultores y reforestadores, dentro de las actividades más relevantes se promovió el reporte al líder de extensión departamental, la divulgación de las actividades del Programa con los representantes gremiales del departamento y el director ejecutivo, la coordinación con el área administrativa del comité para que realice los pagos de incentivos a los beneficiarios, previa visita y autorización por parte de los extensionistas que los beneficiarios han cumplido con sus compromisos, el apoyo a la logística de adquisición/producción y transporte de material vegetal e insumos para el desarrollo de las actividades del Programa. Por su parte, integrando el servicio de extensión de la FNC y bajo la orientación de la coordinación departamental del programa, se tuvieron a los extensionistas forestales / promotores de desarrollo rural, encargados de efectuar el relacionamiento con los reforestadores y agricultores participantes del Programa (FNC, 2020).

La FNC contó con el apoyo del Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé para la generación de conocimientos y tecnologías tendientes a mejorar los sistemas de producción, tales como: i) estudios sobre biodiversidad en zonas cafeteras y experiencia en proyectos de conectividad biológica; ii) desarrollo de investigación en silvicultura de las principales especies forestales empleadas en el Programa; iii) desarrollo de tecnologías de beneficio ecológico de café que permiten disminuir el consumo de agua en el proceso de beneficio; iv) desarrollo de tecnologías para la descontaminación del agua proveniente del proceso de beneficio; v) desarrollo de conceptos de manejo integrado de arvenses y manejo integrado de plagas y enfermedades; vi) desarrollo de conceptos para el manejo y aprovechamiento de subproductos del café, que disminuyen costos de producción e impactos ambientales; vi) desarrollo de un Sistema Integrado de Gestión en Buenas Prácticas Agrícolas que contribuye a la construcción de una cultura de sostenibilidad en las fincas cafeteras, teniendo en cuenta lo ambiental, social, económico y de calidad; y vii) el desarrollo de metodologías de sensibilización y educación con las comunidades, que motivan su participación en las diferentes actividades de los proyectos.

#### *Población beneficiaria*

Los productores de la zona cafetera tienen unidades de producción que rondan las 5 hectáreas, el minifundio es generalizado, lo que restringe alcanzar grandes áreas forestales, pero permite la conformación de pequeños núcleos forestales al interior de cada comunidad organizada de pequeños reforestadores. Por esta razón se consideró un mínimo de 0,5 hectáreas para hacer parte del programa, tanto en plantaciones forestales, como en sistemas agroforestales.

El Programa fue dirigido a la población rural ubicada en 59 municipios, donde 55,6% en promedio de las familias asentadas en estas zonas, estaban en condiciones de pobreza, en cuanto a las necesidades básicas, sólo el 45,6% de las familias presentaban estas necesidades satisfechas,

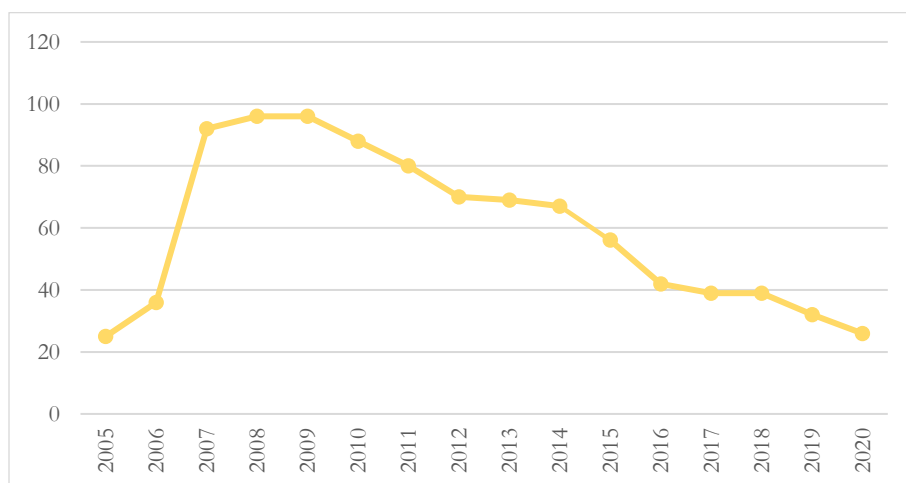
el 13,8% tenían una mala calidad de vivienda, el 28,4% no tenían aún acueducto o servicios sanitarios.

Un total de 9.043 participantes se tuvieron en el Programa a lo largo de su ejecución, de los cuales 6.696 son hombres (74%), 2.261 son mujeres (25%) y 98 son empresariales (1%). Los años 2007, 2008 y 2009 fueron los de mayor actividad y vinculación de beneficiarios, siendo estos los años de mayor disponibilidad de recursos, incluyendo los aportados por USAID.

#### *Servicio de extensión agropecuaria*

Durante los 15 años de operación del programa se contrataron 953 profesionales vinculados al servicio de extensión de la FNC, siendo este, el eje central que garantizó el cumplimiento de las actividades (ver gráfico 1). Estos profesionales se contrataron para ofrecer sus servicios en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Risaralda, Santander y Tolima.

Gráfico 8. Número de profesionales vinculados al servicio de extensión de la FNC



Fuente: Elaboración propia. Datos FNC, 2020.

El servicio de extensión trabajó en estrecha relación con las comunidades organizadas, promovió espacios de participación, estimuló el liderazgo local y participación de comunidades en la toma de decisiones. Uno de los métodos más eficaces para el acompañamiento a los reforestadores fue la visita en finca, así como métodos de extensión grupales tales como capacitaciones, días de campo, demostraciones de método y giras.

#### *Incentivos y tipos de plantaciones en el marco del programa KFW*

Un total de 9.043 reforestadores recibieron COP 26.321.292.159 en incentivos económicos producto del cumplimiento de los compromisos de establecimiento y mantenimiento de sus áreas forestales. De acuerdo con FNC los recursos se inyectaron a la economía familiar y de las regiones de influencia, toda vez que esos dineros fueron utilizados por los agricultores para el pago de la mano de obra empleada, así como para la compra de insumos como fertilizantes aplicados a sus cultivos, y otra parte no establecida, para la satisfacción de sus necesidades básicas (FNC, 2020).

El total de plantaciones establecidas en el Programa alcanzó las 20.632 hectáreas de especies forestales y 88 hectáreas de guadua, así como 16.200 hectáreas de sistemas agroforestales. En el caso de plantaciones, su establecimiento se realizó a razón de sembrar 1.111 árboles por hectárea, distribuidos al interior del lote, a una distancia de 3x3 m en sistema de siembra al cuadrado. En los sistemas agroforestales las densidades de siembra al interior y en la periferia de los cultivos de café fue de 250 árboles por hectárea. En el caso de la guadua, la densidad de siembras fue de 400 chuzquines/hectárea, también distribuidos homogéneamente al interior de los lotes seleccionados (FNC, 2020).

Es importante mencionar que a diferencia del CIF el programa de la FNC realiza la entrega del material vegetal a los agricultores con el fin de garantizar las especies, el origen y la calidad mínima requerida para propender por unas plantaciones exitosas. Donde Smurfit Kappa Cartón de Colombia tuvo una importante participación en la producción y venta de cerca de 14 millones de plántulas de Pinos y Eucaliptos.

Los incentivos del programa se detallan a continuación en la tabla 1, realizados semestralmente por 5 años. El costeo estuvo basado en los costos de establecimiento del CIF. Las medidas a las que se hace referencia a las acciones de conservación o biodiversidad<sup>7</sup> que realizan los agricultores en la región.

Tabla 3. Incentivos otorgados por el programa, según el sistema de reforestación.

Año	Incentivos por medida			
	Plantaciones forestales Con nativas (COP)	Con introducidas (COP)	Sistemas Agroforestales (COP)	Plantaciones con guadua (COP)
2005	1.707.863	1.337.495	484.139	661.206
2006	1.745.436	1.366.920	494.790	661.206
2007	1.783.835	1.396.993	505.675	675.753
2008	1.819.512	1.424.932	515.789	689.268
2009	1.883.195	1.474.805	533.841	713.392
2010	1.908.663	1.494.750	541.061	723.040
2011	1.944.165	1.522.553	551.125	736.489
2012	1.570.818	1.570.818	568.595	759.835
2013	1.695.711	1.695.711	614.083	820.622
2014	1.798.596	1.791.558	626.365	837.035
2015	1.942.484	1.934.883	676.474	903.997
2016	2.020.183	2.012.278	703.533	940.157
2017	2.156.949	2.148.509	751.162	1.003.806
2018	2.280.974	2.272.048	794.354	1.061.525

Fuente: FNC, 2020.

Las plantaciones de los sistemas agroforestales se concentraron en dos especies, el 43% se realizó con Nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y el 35% con Eucalipto (*Eucalyptus grandis*).

#### *Aportes del programa en conservación y biodiversidad*

<sup>7</sup> Estas medidas están relacionadas con el manejo paisajístico a través de corredores de conservación, su desarrollo se concentro entre 2013 a 2016.

Al inicio del programa, las actividades se concentraron en identificar bosques naturales primarios o secundarios en un avanzado estado sucesional, que estuvieran asociados a nacimientos de quebradas que abastecieran acueductos veredales o municipales, en los que sus propietarios estuvieran dispuestos a comprometerse con su cuidado y conservación (FNC, 2020). Para la segunda fase basada en las medidas de biodiversidad se identificaron ecosistemas que presentaban alto grado de intervención, con pérdidas significativas del componente arbóreo y que por conveniencia hídrica debían recuperarse.

El objetivo del programa agroforestal cafetero es el manejo y la conservación del suelo y el agua, el aumento y mantenimiento de la producción para garantizar la sostenibilidad y el fortalecimiento del desarrollo social y económico de las familias cafeteras (FNC - Cenicafé, 2014). Así mismo, la Federación Nacional de Cafeteros emplea el sistema agroforestal como una estrategia para desarrollar y promover el acondicionamiento de los cultivos del café expuestos a la variabilidad climática, con el fin de evitar los efectos negativos en el desarrollo del cultivo, sobre todo en la formación del grano (producción de granos negros, vanos y averanados), la economía del agua y la prevención de procesos erosivos.

Existen diversas interacciones agroecológicas en el sistema agroforestales, cuando hay complementariedad entre las interacciones se definen como interacciones positivas y cuando se genera neutralidad o competencia se califican como negativas. Las interacciones positivas asociadas al café son el mejoramiento de las condiciones climáticas por la reducción de los eventos extremos de temperatura del aire y del suelo, mejoramiento y mantenimiento de la fertilidad debido al aumento de la capacidad de reciclaje de nutrientes y adición de residuos, reducción de la incidencia de *Cercospora coffeicola*, del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) y de arvenses, especialmente gramíneas, atenuación del ciclo bienal de la producción de café lo que impulsa a hacia un cultivo más perdurable, aumento del tamaño de los frutos y alargamiento del periodo de maduración del fruto. Adicionalmente, se generan ganancias derivadas de la explotación de la especie usada para arborización (FNC - Cenicafé, 2014).

Dentro de las interacciones negativas se encuentran las relacionadas con la introducción de especies inadecuadas para el cultivo que entran en competencia con el cafeto, ya sea con el sombrío excesivo, dificultades en la operación de la cosecha (cosecha mecanizada) y necesidades de agua, luz y nutrientes. Por tal razón, necesario establecer una medida de densidad de siembra que depende tanto del tipo de especie forestal que acompaña el sistema, como de las características del suelo, el relieve, la erosión, profundidad, fertilidad natural y condiciones climáticas del terreno. Por ejemplo, en un estudio realizado por Cenicafé en la estación experimental Pueblo Bello, se llegó a la conclusión de que para una plantación de 1.923 cafetos/ha., con sombrío de *Grevillea robusta*, el sombrío de 48 árboles no tiene efecto en la producción de café, pero 119 árboles de sombrío por hectárea producen 18% menos que a libre exposición solar, pero tiene un efecto benéfico en el tamaño del fruto.

#### *Factores clave para establecer el sistema agroforestal con café*

De acuerdo con FNC-Cenicafé (2014), existen unos factores clave para el establecimiento de plantaciones de café bajo sombrío.

- i. La primera tiene que ver con las características del clima y los suelos, en suelos pobres la planta responde positivamente a mayores niveles de sombra, mientras que en suelos fértiles el efecto es contrario; sin embargo, si se elimina la sombra en suelos fértiles, en el largo plazo la planta tiende a agotarse y se propicia la degradación del suelo.
- ii. Deficiencias hídricas en el suelo. Por lo general, en la zona cafetera existen dos temporadas secas o con deficiencia hídrica que van de enero a abril y julio a septiembre, a través del sistema agroforestal es posible conservar la humedad en suelo en épocas secas y disminuir los efectos que el déficit hídrico impone sobre el cultivo, tales como la disminución de la tasa de crecimiento, el marchitamiento de las plantas y la pérdida de hojas (Farfán, 2007). En otras palabras, los árboles de sombrío en los cafetales ejercen un mayor control en la economía del agua, la fertilidad del suelo, reducción de la erosión, reciclaje de nutrientes y aporte de materia orgánica en el suelo.
- iii. Vocación del suelo agrícola. Las condiciones del uso del suelo pueden incidir directamente en el beneficio económico esperado, esto sucede porque las condiciones físico-químicas del suelo permiten el adecuado crecimiento de la planta en el tiempo. De acuerdo con FNC – Cenicafé (2014) para que la producción sea sostenible se deben respetar las vocaciones naturales del suelo, en función de la topografía, estado nutricional y condiciones agroclimáticas.
- iv. Disponibilidad de insumos. La práctica agroforestal permite al productor mejorar el rendimiento el cultivo con una menor cantidad de insumos agrícolas y mano de obra, así como una producción complementaria de maderables. Es el caso de la estación experimental Naranjal-Caldas, donde de acuerdo con Cenicafé, para una misma producción de 4.500 plantas por hectárea, tanto para sombrío, como para cultivo a libre exposición solar, se aplicó fertilizante a cada uno de los sistemas; para el cultivo bajo sombrío se aplicó hasta el 75% de la dosis de fertilizante y a exposición solar el 100%, con una producción de café similar en ambos sistemas.
- v. Objetivos de la producción. Cuando el objetivo es producir café de calidad y al mismo tiempo mantener la estabilidad de la producción, la biodiversidad y la conservación de los recursos naturales, el sistema agroforestal es la mejor opción. Así mismo, si el propósito de la producción es participar en mercados y programas con la denominación de “café especial”, algunas normas internacionales como *Rainforest Alliance* (2008), *Smithsonian Migratory Bird Center* (2001, 2004), entre otras, sugieren sistemas de producción con café bajo árboles de sombrío (FNC - Cenicafé , 2014).
- vi. Vulnerabilidad del suelo y control de la erosión. En las zonas de ladera los árboles cumplen una misión muy importante al incrementar la resistencia del suelo al corte, debido al esfuerzo y anclaje de las raíces en el suelo, esto sucede en los cafetales con sombrío de nogal (*Cordia alliodora*), guamo (*Inga sp.*), guamo y nacedero (*Trichantera gigantea*). Así como también regulan los excesos de agua que pueden saturar y erosionar los suelos. De acuerdo con Cenicafé (2014), se recomienda realizar siembras de cafetales con sombrío cuando los suelos son arenosos, pedregosos o cascajosos, con tendencia a la formación de zanjas, con

pendientes inclinadas, entre 25% y 50%, o muy escarpadas<sup>8</sup> (75%), o cuando los suelos presentan tendencia a deslizamientos, derrumbes y hundimientos.

#### 3.4. Sistema agroforestal con cacao

El cacao es una especie tolerante a la sombra, cuya fisiología y metabolismo se adapta a las condiciones de baja luminosidad, normalmente requiere estar asociado con otras especies para su desarrollo, tanto en la fase de establecimiento como productiva (Gutiérrez, 2019). Durante el primer año de desarrollo del cultivo, la provisión de sombra se realiza con especies de ciclo corto, como cultivos de pancoger tales como maíz, yuca, frijol y en algunos casos hortalizas, después se asocia con cultivos de ciclo medio como plátano y banano, entre otros, que permiten el paso gradual de la luminosidad durante los tres primeros años. Posteriormente y ante mayores requerimientos de luz, se adopta el sistema agroforestal, permitiendo el paso del 70% de la luminosidad.

De acuerdo con Fedecacao, la mayoría de las plantaciones de cacao en Colombia adoptan el sistema agroforestal, dado que los productores tienden a imitar las condiciones naturales del bosque húmedo tropical amazónico, donde se dio origen a esta especie. En 2019 se registraron 176.050 hectáreas de cacao sembradas, producidas en 422 municipios del país, con una densidad de siembra que oscila entre 700 a 1300 árboles de cacao por hectárea, pero lo recomendado es establecer mínimo 1000 árboles por hectárea, para que el cultivo sea rentable y competitivo, junto con la sombra que proporcionan alrededor de 150 especies forestales por hectárea.

En este sistema el trazo del establecimiento del cultivo se debe realizar de norte a sur con el fin de que las hileras de sombrío permanentemente proyecten la luz adecuada para el buen desarrollo y crecimiento de las plantas de cacao (Agrosavia, 2020). Así mismo, los vientos constituyen un factor desfavorable en el cultivo de cacao, la brisa hace que se genere pérdida de agua a través de los estomas, secando las hojas, por tal razón se hace necesario el establecimiento de barreras o cortinas rompevientos que mitiguen este impacto.

La recomendación de Agrosavia es sembrar cacao en asocio con especies productivas que den un ingreso al productor y a la vez se obtenga el aprovechamiento del terreno. Para desarrollar un buen sistema de sombra permanente, el productor debe identificar las especies maderables que ya están establecidas en la zona, que generan el mayor valor y que presentan una arquitectura adecuada para dar sombra al cultivo (Palencia, 2005).

El sombrío permanente protege al cacao durante toda su fase productiva contra la acción directa de los vientos y la radiación solar intensa, proporcionando condiciones ambientalmente estables para el desarrollo del cultivo. La plantación de las especies forestales se realiza un año antes de la siembra del cacao, para que a los tres años pueda cumplir con los requerimientos de sombra que oscilan alrededor del 30%. Las especies más comunes son guayacán, nogal cafetero, mónico, teca, abarco, caoba, melina, entre otros, y se ubican a una distancia de entre 4 a 6 metros entre plantas, dependiendo de la especie y la intensidad solar de la zona (Palencia, 2005).

---

<sup>8</sup> También se debe tener en cuenta la longitud de la ladera, cuando tiene entre 300m a 500m se considera una longitud larga y es un factor de riesgo en la erosión del suelo, porque junto con el grado de inclinación, inciden en la concentración de aguas de escorrentía.

Al igual que en el sistema agroforestal con café, cuando el objetivo de la producción es ofrecer al mercado un cacao de alta calidad y certificado, se encuentra que algunos organismos evaluadores de la conformidad como *Rainforest Alliance* contemplan en sus criterios de evaluación, el mantenimiento de la vegetación nativa y el establecimiento del cultivo a través del sistema agroforestal.

### 3.5 Sistemas silvopastoriles

Históricamente la ganadería extensiva en el país se ha desarrollado bajo modelos productivos ineficientes que conllevan a la ampliación de la frontera agropecuaria, conllevando a otros impactos ambientales tal como erosión y degradación del suelo, compactación, afectación de fuentes hídricas uso de antibióticos, hormonas y otras sustancias químicas, y por ende una mayor producción de GEI (LEAD & FAO, 2009).

No obstante, y en concordancia con la información reportada a partir del Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA), hoy se tiene una propuesta de ordenamiento productivo, en donde coexisten las áreas con exclusiones legales ambientales y de importancia cultural, áreas productivas y otras áreas condicionadas dentro de la frontera agrícola. Un ejemplo de esta condición es el municipio de Mairipán en el Meta, en donde se determinó a una escala 1:100.000 que existen alrededor de 422.543 ha al interior de la frontera agrícola, 270.061 ha de bosques naturales y áreas no agropecuarias y 391.547 ha bajo exclusiones legales. Así mismo, para este municipio se identificó que posee una aptitud para la producción de ganadería bajo pastoreo para la producción de carne y leche cercana a 381 mil hectáreas, con áreas con mayor o menor grado de aptitud (Borrador Conpes deforestación, 2020).

Lo anterior muestra que en territorio se requiere una visión integrada de desarrollo, en donde existe una fuerte tradición ganadera, es posible a partir de medidas de reconversión hacia modelos sostenibles de producción, convertir esto en una oportunidad para los pobladores de ejercer una actividad lícita (en zonas aptas), en lugares donde no es posible las actividades agrícolas debido a la falta de infraestructura que permita extraer los productos. Así mismo, una visión de ganadería sostenible es aquella que gestiona el territorio, conservando áreas estratégicas y combinando su producción con otras alternativas de manejo sustentable del bosque.

Una alternativa a la problemática mencionada puede ser el establecimiento de árboles con pastos en sistemas de producción complementarios, estos sistemas se conocen como silvopastoriles y mejoran la crianza de ganado vacuno, en estos sistemas se recomiendan especies forestales maderables, que produzcan frutos, leña y otros usos. También existen las denominadas cercas vivas en donde se siembran árboles y arbustos en forma de líneas, intercalando una o varias especies a la vez, que además de delimitar los potreros contribuyen a brindar protección a los cultivos, pastos y controlan la erosión al tiempo que sirven para la producción de forraje, madera y leña.

Los sistemas silvopastoriles implementados en Colombia en forma empírica por los productores son a través de árboles dispersos en potrero, cercas vivas, barreras rompevientos en áreas ganaderas, silvopastoriles intensivos o de alta densidad arbórea, bancos mixtos de forraje para corte y acarreo, y plantaciones forestales con pastoreo. De acuerdo con Fedegán se recomienda que el sistema silvopastoril contemple dos elementos los bancos mixtos forrajeros (BMF) y los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), donde las especies forestales que más se emplean son



písamo, cantagallo (*Erythrina fusca*), cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) y chachafruto (*Erythrina edulis*).

Las ventajas de un sistema silvopastoril se aprecian por un lado en el incremento del bienestar animal, ante el aumento de la cantidad de sombra que reciben los animales que les permite protegerse de los rayos solares directos, una vaca con sombra disponible y buena temperatura corporal come 13% más en un día, comparado con las que tienen alta temperatura corporal por falta de sombra (Payne, 2013). El incremento del bienestar animal tiene una incidencia directa en el consumo voluntario de alimento, la producción de leche, la reproducción y la salud de los animales. Por tal razón, una primera medida es la siembra de postes vivos en la cerca con orientación norte-sur (IICA - USDA, 2016).

Otra ventaja que incide directamente en la productividad es el incremento de la producción de forraje. La estrategia contempla la producción de plantas en tres niveles, un nivel de pastos de bajo porte como gramíneas, otro nivel de plantas arbustivas y el tercero contempla las copas de los árboles, las cuales son podadas para proveer alimento al ganado (IICA - USDA, 2016). Así mismo, se puede dar un incremento en el valor nutricional de los forrajes, la dieta que asocia la gramínea con una leguminosa o arbusto tiene mayor contenido de proteína, aporta entre 4,5% a 5,5% más contenido de proteína cruda al mezclar las dos variedades.

Por otra parte, se encuentran las ventajas ambientales que tiene que ver con el mejor aprovechamiento de la lluvia y la retención de la humedad en el suelo. La sombra parcial en el pasto evita la rápida evaporación del agua y las raíces de los árboles mantienen la humedad en el suelo, por tal razón en los sistemas silvopastoriles en los que se realiza una adecuada rotación de suelos, se evidencia que el efecto de la sequía se reduce durante 3 a 6 semanas.

#### **4. Retos de los sistemas agroforestales**

- Escasa mano de obra para el manejo de las especies arbóreas, la mano de obra especializada es escasa. El aspecto forestal y agroforestal debe ser cubierto en los PDEA de los departamentos con aptitud forestal, para que a través del servicio de extensión agropecuaria se generen conocimientos para los productores que van a incorporar el componente forestal en sus producciones.
- Falta de estudios financieros sobre los beneficios del árbol, la especie arbórea de los SAF tiene un turno a largo plazo, superior a los 10 años, generando incertidumbre para los productores en los ingresos.
- Reducción de la productividad en la especie principal, ante una mala distribución de la sombra y la lucha por los nutrientes entre las especies.
- Poca información sobre la especie arbórea apropiada, no se tiene información sobre las especies forestales a asociar con determinados cultivos (por ejemplo, cacao), de tal forma que no se genere competencia por los nutrientes.
- Retorno financiero a largo plazo, más de una década. La inversión inicial para el componente forestal es alta y el retorno es de largo plazo.
- Definir la taxonomía de sostenibilidad para el sector agropecuario con el fin de focalizar los recursos y líneas de crédito amigables con el medio ambiente.

#### **4. Conclusiones y recomendaciones**

Las estadísticas y la información actualizadas son un factor necesario para la valoración real de un sector, la planificación de su desarrollo y la toma de decisiones. El sector forestal en Colombia no cuenta con información ni estadísticas suficientes para su caracterización y la toma de decisiones, siendo ésta una de las principales dificultades a la hora de planificar su desarrollo.

En la revisión de literatura se encontró que la concentración de la propiedad rural incide positivamente en la reforestación comercial, esto indica que la reforestación presenta mayores beneficios si se realiza en grandes superficies. Esto tiene implicaciones en las políticas que se implementan en el sector, para fomentar el sector forestal se debe promover la asociatividad de pequeños y medianos productores.

Otros determinantes de la reforestación comercial que inciden de forma directa en la cantidad de hectáreas reforestadas son el extensionismo como mecanismo de transmisión de tecnología y orientación técnica. A pesar de que reforestadores pueden ser usuarios del Servicio de Extensión Agropecuaria, no existen garantías de que este sector sea cubierto por lo pocos actores técnicos que existen en el país.

Es importante tener en cuenta que los costos de producción son menores en zonas planas, pero la mayoría de los cultivos se desarrollan en zonas montañosas. Por lo anterior, se recomienda enfocar los incentivos al desarrollo forestal en zonas cuya pendiente no sea tan elevada de tal forma que la productividad del cultivo sea mayor, desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

Otra variable relevante en las plantaciones comerciales es la intensidad de la ganadería, pues incide en forma negativa en la variable de interés. Este efecto puede cambiar si se fomentan los sistemas silvopastoriles que propendan por el uso adecuado de los recursos naturales y se conviertan en una segunda fuente de ingresos económicos en el largo plazo. En otras palabras, sistemas silvopastoriles como oportunidad para generación de valor y estrategia amigable con la naturaleza.

La motivación e interés por parte de los gremios en aplicar alternativas de producción sostenible a sus actividades agropecuarias, demuestra que la implementación del mecanismo de PSA podría tener gran acogida. Por tal razón y en línea con lo sugerido en el Conpes 3886 se sugiere que se desarrolle una propuesta que permita orientar los Fondos Parafiscales Agropecuarios para desarrollar programas de inversión en PSA.

El costo de oportunidad para un campesino de estar en un sistema agroforestal es mayor, representa más rentabilidad para el productor, aunque implica una inversión inicial considerable. Por ejemplo, en el caso de ganadería, si los agricultores aprenden que el bosque tiene más valor en pie, no lo van a derribar, pues el modelo de producción a través de ganadería extensiva no representa un buen ingreso para los productores. En este sentido, la implementación de un sistema agroforestal puede ser compleja. Su implementación requiere el apoyo de servicios de extensión especializados, que se utilicen métodos participativos para enseñar a los productores a aplicar y a manejar sistemas agroforestales compatibles con el objetivo de restaurar sus tierras y de aumentar la producción agrícola a corto y largo plazo. Tal y como ocurrió con el programa de la Federación Nacional de Cafeteros y KFW.

Mientras que un sistema de monocultivo solamente aporta una fuente de ingreso, a través de los sistemas agroforestales los productores esperan recibir beneficios de dos o más fuentes. La diversificación de los ingresos es fundamental para la financiación de los sistemas forestales, dado que la silvicultura es difícil de financiar para los inversionistas tradicionales por el largo periodo de recuperación de la inversión (producto de tardío rendimiento), porque la cosecha final puede ser de al menos siete años o más. Por ejemplo, el sistema de monocultivo de café requiere gran cantidad de insumos para maximizar su producción, la producción de café a pleno sol exige mayores esfuerzos económicos por parte del productor, es decir que la variabilidad en los costos de producción repercute en gran medida en el ingreso del productor (FNC - Cenicafe, 2014); mientras que, en los sistemas agroforestales hay una menor aplicación de insumos y se conservan más los recursos naturales, gracias a la contribución de los árboles.

Para cada uno de los sistemas agroforestales es importante tener en cuenta los análisis de suelos y las variables climáticas, con el fin de seleccionar adecuadamente las especie forestales y sus densidades de siembra. Así mismo, se pueden emplear una serie de prácticas agroforestales para impulsar el mejoramiento de la materia orgánica, así como el estado nutricional, la estructura y los procesos biológicos del suelo. En terrenos donde se quiere restaurar la fertilidad se plantan especies arbóreas escogidas por su capacidad de enriquecimiento del suelo, por ejemplo, el sistema silvoagrícola a través de la siembra en callejones, permite que la productividad de los cultivos mejore gracias al incremento de la fertilidad del suelo producida por la descomposición de las ramas de los árboles, que se podan y se agregan al suelo periódicamente. Es decir que el uso de árboles fijadores de nitrógeno puede aumentar la fertilidad del suelo al agregar nitrógeno al ecosistema agrario, y como consecuencia el mayor contenido en nitrógeno del suelo puede aumentar la productividad de los cultivos agrícolas (FAO, 2017).

Los sistemas agroforestales que cuentan con algunas características deseables son exitosos. Tales como el conocimiento local de la especie forestal, así como su valor comercial (uso local, nacional e internacional), es preferible que las especies forestales cuenten con autopoia en condiciones de campo y se debe contar con disponibilidad de germoplasma certificado para el establecimiento de la plantación.

Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo y éxito del programa KFW como modelo forestal asociativo con pequeños reforestadores es la transferencia de conocimientos en temas de silvicultura, valoración y comercialización de madera, protección y conservación de recursos naturales, seguridad alimentaria y biodiversidad. Dicha estrategia se realizó en el marco del servicio de Extensión de la FNC, que incluye visita a la finca para realizar acompañamiento y orientación a los reforestadores.

Desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental las plantaciones forestales comerciales forestales y agroforestales son una opción viable para el país. Sin embargo, desde el punto de vista jurídico, las normas que rigen al sector no son completamente claras y se presta para diversas interpretaciones por parte de las autoridades ambientales regionales; el marco jurídico debería tener como objetivo favorecer, impulsar y promover el desarrollo del sector, siempre bajo una óptica de sostenibilidad.

El mecanismo de PSA ha sido exitoso en otras regiones aplicado a actividades del sector agropecuario amigables con el medio ambiente, sin embargo, en el país no ha sido posible un financiamiento masivo por la falta de definición de los criterios verdes o sostenibles del sector agropecuario. Este mecanismo puede ser exitoso, dada la experiencia de la FNC y teniendo en cuenta que el programa de cooperación finalizó en junio de 2020, queda disponible un conocimiento por parte de los productores que puede ser apropiado por una estrategia gubernamental y replicado a otros sectores.

Por otra parte, el reconocimiento de los servicios ecosistémicos ofrecidos por la agroforestería brinda una nueva fuente potencial de ingresos y de otros beneficios para los agricultores, por medio del establecimiento de incentivos (financieros o en especie). El sistema agroforestal es rentable porque demanda gran cantidad de mano de obra (especialmente en cacao), entonces contribuye a la generación de empleo, también prolonga la vida de las plantaciones de café y cacao y se reducen los costos de mantenimiento en malezas y enfermedades.

Los principales beneficios o ventajas económicas de los sistemas agroforestales son i) la generación de ingresos inmediatos, es decir que la producción de productos agropecuarios minimiza los costos incurridos en el establecimiento del componente forestal, ii) permiten el uso más eficiente del espacio: el mismo espacio se puede aprovechar para producir más productos y servicios, lo que se traduce en más rentabilidad por unidad de área, iii) proveen una mayor diversidad ecológica: la diversidad de especies, protección de suelos y fertilización de suelos, iv) redundan en mayores servicios y bienes económicos por unidad de área y v) mayor flexibilidad económica, es decir que se diversifica el riesgo económico y ecológico por el manejo de diferentes cultivos. Así mismo, diversas actividades económicas generan ingresos en diferentes momentos del tiempo, según las condiciones del mercado (Catie, 2012).

## Bibliografía

- Aynekulu E, M Suber, R Zomer, D Mboi, Jacobo Arango & TS Rosenstock. (2019). Mitigation benefits from expansion of trees on rangeland: An analytical proof of concept for Colombia. CCAFS Working Paper no. 295. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Wageningen, the Netherlands. Available online at: [www.ccafs.cgiar.org](http://www.ccafs.cgiar.org)
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., & Harmand, J. M. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 80-87.
- Boletín Estadístico Forestal. (2020, 10 30). Ministerio de Agricultura. Retrieved from [https://vuf.minagricultura.gov.co/PublishingImages/2%C2%B0\\_Boletin%20forestal.pdf](https://vuf.minagricultura.gov.co/PublishingImages/2%C2%B0_Boletin%20forestal.pdf)
- Catie. (2012). Proyecto Finnfor bosques y manejo forestal en America Central. In C. A. Enseñanza, Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica (p. 246). Costa Rica.
- Corpoica. (2020, junio). Nuevas Variedades de CacaO TCS (Theobroma Corpoica La Suiza). Retrieved from [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11536/81592\\_67384.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11536/81592_67384.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- FAO. (2017). Agroforestería para la restauración del paisaje. Retrieved from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/b-i7374s.pdf>
- Farfán, F. (2007). Cenicafé. Retrieved from Producción de café en sistemas agroforestales: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/9/8.%20Producci%c3%b3n%20caf%c3%a9%20en%20sistemas%20agroforestales.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros. (2020, Marzo). Federación de Cafeteros. Retrieved from Eje ambiental: <https://federaciondefcafeteros.org/wp/sostenibilidad/eje-ambiental/>
- FNC - Cenicafé. (2014). Agroforestería y sistemas forestales con Café. In F. Farfán Valencia, *Agroforestería y sistemas forestales con Café* (p. 343). Manizales.
- FNC. (2020). Programa silvicultura como alternativa de producción en la zona marginal de la región cafetera. Bogotá.
- Gutiérrez, E. (2019, Junio). Fedecacao - Fondo Nacional del Cacao. Retrieved from Poda y manejo de la luz en el cultivo de cacao y otros frutales: [https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Publicaciones\\_Investigaciones/Libro%20Manejo%20luz%20cultivo%20cacao.pdf](https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Publicaciones_Investigaciones/Libro%20Manejo%20luz%20cultivo%20cacao.pdf)
- IICA - USDA. (2016). Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles. Programa de préstamos al sector agropecuario, agroindustrial y comercial, 1-35.
- LEAD & FAO. (2009). La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. Roma.
- Palencia, G. (2005). Corpoica. Retrieved from Establecimiento y manejo de sistemas agroforestales con cacao: <https://es.scribd.com/document/357305853/Establecimiento-y-Manejo-de-Sistemas-Agroforestales-Con-Cacao>
- UPRA. (2019). Resolución 189 de 2019. Retrieved from Lineamientos de política: plantaciones forestales con fines comerciales para la obtención de madera y su cadena productiva: <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30037796>
- USDA. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. In I. Turuño, M. Mena, & F. Guharay. Nicaragua.

- DNP. (2018). Estudios de economía forestal en el marco de la Misión de Crecimiento Verde. Bogotá.
- DNP. (2018). Medición del Desempeño Municipal 2018. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación:  
[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Portal%20Territorial/MDM/Informe%20de%20resultados\\_MDM\\_2018.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Portal%20Territorial/MDM/Informe%20de%20resultados_MDM_2018.pdf)
- Garcés, R. (2013). Determinantes de la reforestación comercial en los municipios de Antioquia. Medellín.
- González, J. C. (2018). Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD.
- Humboldt. (12 de 2020). Instituto Humboldt. Obtenido de  
<http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2017/cap4/403/>
- Laaksonen-Craig, S. (2008). The Determinants of Foreign Direct Investments in Latin American Forestry and Forest Industry, *Journal of Sustainable Forestry*, 27:1-2, 172-188.
- Powlen K. & Jones K. (2019). Identifying the determinants of and barriers to landowner participation in reforestation in Costa Rica. *Journal Land Use Policy*. Vol. 84. P. 216-225.
- Profor. (2017). Situación actual y potenciales de fomento de plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia. Bogotá, Colombia.
- Semana Rural. (2019). ¿Cómo garantizar el acceso a la tierra en el campo colombiano? Obtenido de <https://semanarural.com/web/articulo/expertos-debatiran-en-la-cumbre-colombia-rural-sobre-el-precario-acceso-a-la-tierra-en-colombia/1170>
- UPRA (2017). Proyectos de distribución de la propiedad rural. Dirección de Ordenamiento de la Propiedad y Mercado de tierras, Bogotá.