



Vigilada Mineducación

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ALTERNATIVA AGRO-SOSTENIBLE  
Agro-Sustainable Alternative Pre-Feasibility Study

NATALIA ROZO PÉREZ

TRABAJO DE GRADO

ASESOR, DOCENTE  
MARÍA CECILIA HENAO ARANGO

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS  
BOGOTÁ  
2025

## CONTENIDO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVOS .....	16
GENERAL .....	16
ESPECÍFICOS.....	16
MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL .....	18
DISEÑO METODOLÓGICO .....	24
DESARROLLO DEL TRABAJO .....	27
RESULTADOS .....	38
ESTUDIO SECTORIAL.....	38
Análisis PESTEL.....	53
Estudio de Mercado .....	55
Estudio Técnico .....	64
Estudio Organizacional .....	77
Estudio Legal.....	88
Estudio Ambiental.....	98
Estudio Financiero .....	110
CONCLUSIONES .....	119
REFERENCIAS .....	121
ANEXOS .....	126

## LISTA DE FIGURAS

Tabla 1. Presupuesto 2025, Bogotá Distrito Capital.....	8
Tabla 2. Instrumentos para la recolección de datos.....	25
Tabla 3. Formato de entrevista.....	33
Tabla 4. Zonificación establecida para la reserva forestal protectora Bosque Oriental de Bogotá.....	65
Tabla 5. Zonificación de manejo ambiental.....	68
Tabla 6. Distribución aproximada de la zonificación ambiental en la RFPBOB (Plan de Manejo 2016).....	70
Tabla 11. Matriz RACI.....	81
Tabla 12. Principales Impactos ambientales identificados.....	100
Tabla 13. Valores e interés de la operación del módulo avícola.....	111
Tabla 14. Valores e interés de la operación del módulo hidropónico.....	111
Tabla 15. Valores Inversión inicial.....	112
Tabla 16. Análisis de sensibilidad sobre TIR; precio de venta pollo y precio alimento de engorde.....	112
Tabla 17. Escenarios extremos.....	118
Ilustración 1. Localización general de la RFPBOB.....	23
Ilustración 2. Evolución trimestral del PIB nacional (2021-I a 2025-I).....	40
Ilustración 3. Crecimiento anual por rama de actividad económica (1T 2025).....	41
Ilustración 4. Crecimiento sectorial detallado (2025-I).....	42
Ilustración 5. Participación sectorial en el valor agregado bruto (1T 2025).....	42
Ilustración 6. Actores sociales RFPBOB.....	49
Ilustración 7. Calificaciones otorgadas para la viabilidad operativa.....	56
Ilustración 8. Calificaciones otorgadas para la viabilidad operativa.....	58
Ilustración 9. Calificaciones promedio sobre viabilidad regulatoria y legal.....	59
Ilustración 10. Calificaciones promedio sobre viabilidad regulatoria y legal.....	60
Ilustración 11. Calificaciones promedio sobre Percepción general.....	61
Ilustración 12. Actividades Prohibidas en la RFPBOB.....	69
Ilustración 133. Vista general del modelo agro-sostenible integrando el invernadero y los módulos avícolas.....	76
Ilustración 14. Organigrama funcional propuesto.....	79

Ilustración 15. Diagrama de tareas .....	82
Ilustración 16. Diagrama de flujo del proceso de producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH).....	84
Ilustración 17. Diagrama de flujo de tareas para el manejo de pollos de engorde en módulos móviles .....	85
Ilustración 18. Matriz DOFA de la estructura organizacional propuesta .....	87
Ilustración 19. Previo venta Pollo \$/kg vs. TIR, a diferente Precio Alimento Engorde ....	113
Ilustración 20. Previo venta \$/kg vs. VPN, a diferente Alimento Engorde.....	114
Ilustración 21. Previo venta \$/kg vs. TIR, a diferente Valor préstamo .....	114
Ilustración 22. Previo venta \$/kg vs. TIR, a diferente Valor préstamo .....	115
Ilustración 23. Tasa préstamo vs. TIR , a diferente Valor préstamo .....	116
Ilustración 24. Tasa préstamo vs. VPN , a diferente Valor préstamo.....	116

## RESUMEN

Esta tesis presenta un estudio de prefactibilidad orientado a identificar y diseñar una alternativa agro-sostenible en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá RFPBOB, dirigida a familias campesinas ubicadas en zonas de uso sostenible. El modelo propuesto integra la producción de forraje verde hidropónico (FVH), el cultivo de hortalizas de ciclo corto y la cría rotacional de pollos de engorde en módulos móviles, con el objetivo de fortalecer la seguridad alimentaria y generar ingresos complementarios para las comunidades rurales, sin afectar los valores ecológicos de la reserva.

La investigación emplea la metodología ONUDI para evaluar la viabilidad técnica, sectorial, de mercado, organizacional, financiera, legal y ambiental del proyecto, en concordancia con el marco normativo vigente, en particular con el Plan de Manejo Ambiental de la RFPBOB adoptado mediante la Resolución 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El modelo se concibe como una estrategia replicable y autosostenible que fomenta la conservación del entorno mediante prácticas agroecológicas adaptadas al contexto rural de los Cerros Orientales. Se concluye que la iniciativa es viable, siempre que se garantice una articulación efectiva entre comunidad, institucionalidad y soporte técnico permanente.

**Palabras clave:** agro-sostenibilidad, hidroponía, economía campesina, RFPBOB, forraje verde, avicultura móvil, conservación ambiental, prefactibilidad.

## ABSTRACT

This thesis presents a pre-feasibility study focused on identifying and designing an agro-sustainable alternative within the Protective Forest Reserve of the Eastern Hills of Bogotá (RFPBOB), aimed at supporting farming families located in designated sustainable use zones. The proposed model integrates the production of hydroponic green fodder (HGF), the cultivation of short-cycle vegetables, and the rotational rearing of broiler chickens in mobile units. Its primary objective is to enhance food security and generate complementary income for rural communities, without compromising the ecological integrity of the reserve.

The study adopts the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) methodology to assess the project's technical, sectoral, market, organizational, financial, legal, and environmental feasibility, in strict alignment with current regulations—particularly the Environmental Management Plan for the RFPBOB, established by Resolution 1766 of 2016 issued by the Ministry of Environment and Sustainable Development.

The proposed model is envisioned as a replicable and self-sustaining strategy that fosters environmental conservation through the application of agroecological practices tailored to the environmental conditions of the Eastern Hills. The analysis concludes that the initiative is viable, contingent upon effective coordination between local communities, institutional stakeholders, and sustained technical support.

**Keywords:** agro-sustainability, hydroponics, smallholder farming, RFPBOB, green fodder, mobile poultry farming, environmental conservation, pre-feasibility.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **Contextos que originan la situación o problema del estudio**

#### **Contexto general:**

Bogotá, con una extensión total de 163 000 hectáreas, posee un 75% de territorio rural, equivalente a 122 000 hectáreas, distribuidas en nueve de las veinte localidades de la ciudad: Sumapaz, Usme, Ciudad Bolívar, Usaquén, Santa Fe, San Cristóbal, Chapinero, Suba y Bosa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). De estas localidades, cinco (Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal y Usme) están dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB), que abarca aproximadamente 14 000 hectáreas y juega un papel crucial en la conectividad ecológica entre los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Sumapaz (CAR, 2016). La reserva, declarada por la Resolución 076 de 1977, es parte fundamental del sistema orográfico y de la Estructura Ecológica Principal Distrital (Secretaría Distrital de Ambiente, 2025).

#### **Contexto ecológico:**

La RFPBOB es un área de alta biodiversidad, donde nacen diversas fuentes hídricas superficiales y se observa un gradiente altitudinal que favorece una rica diversidad de ambientes y ecosistemas (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016). A pesar de las restricciones físicas y jurídicas impuestas para proteger este valioso entorno, la expansión urbana ha tenido un impacto considerable en la reserva, por ello cuenta con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que tiene como objetivo principal la preservación del área como zona protegida, clasificando el territorio en categorías de Preservación, Restauración, Recuperación Ambiental, Uso Sostenible y Uso Público. Las zonas de Preservación y Restauración Ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2016) enfrentan las restricciones más severas, limitando el uso del suelo para actividades agropecuarias, lo que impone numerosas restricciones a las actividades de los habitantes, las cuales se indican en el artículo 9 de la Resolución 1766 de 2016, por medio de la cual se adopta el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y se adoptan otras determinaciones. Octubre 27 de 2016, tales como; la construcción de viviendas nuevas, la ampliación de estructuras existentes, y el establecimiento de nuevas áreas agropecuarias, entre otras.

**Contexto social:**

Estas restricciones han creado tensiones significativas con las comunidades campesinas que han habitado la región durante generaciones. Para estas comunidades, la reserva representa un obstáculo al desarrollo económico, ya que las limitaciones impuestas sobre el uso del suelo se traducen en tierras que perciben como no productivas. Esta percepción ha llevado a que la reserva sea vista como una barrera asfixiante que impide el progreso económico y social.

**Contexto cultural:**

Estas comunidades poseen un profundo conocimiento tradicional y una relación histórica con la tierra que habitan. Sus estilos de vida, creencias y prácticas agrícolas han sido moldeados por el entorno natural de la reserva. Sin embargo, las restricciones legales sobre el uso del suelo han forzado a estas comunidades a reconsiderar y, en algunos casos, abandonar sus prácticas tradicionales, lo que genera una disonancia cultural significativa.

**Contexto político:**

Por otro lado, el distrito ha asignado recursos significativos en sus Planes Distritales de Desarrollo para el impulso rural sostenible. Para el 2025, se destinaron fondos considerables a varios programas y proyectos, como:

**Tabla 1. Presupuesto 2025, Bogotá Distrito Capital**

<b>Plan Operativo Anual de Inversiones-POAI 2025</b>	
<b>Secretaría Distrital de Desarrollo Económico</b>	
<b>programa</b>	<b>Presupuesto asignado (COP)</b>
Fortalecimiento de los sistemas productivos acorde a la vocación y potencial económico del territorio mediante la reconversión, innovación y diversificación productiva de la Ruralidad de Bogotá D.C.	\$ 4.459.313.000,00

<b>Secretaría Distrital de Planeación</b>	
<b>programa</b>	<b>Presupuesto asignado (COP)</b>
Fortalecimiento para el desarrollo de mecanismos e instrumentos de coordinación y rectoría para las PP dirigidas a la población en condiciones de vulnerabilidad y el desarrollo rural de Bogotá D.C.	\$ 2.443.000.000,00
<b>Secretaría Distrital de Hábitat</b>	
<b>programa</b>	<b>Presupuesto asignado (COP)</b>
Mejoramiento de la prestación y acceso de los servicios públicos domiciliarios, en especial en suelo rural y hogares en condición de vulnerabilidad de Bogotá D.C.	\$ 6.235.246.000,00
<b>Alcaldía Local de Santa Fe</b>	
<b>programa</b>	<b>Presupuesto asignado (COP)</b>
Apoyar 40 predios rurales con buenas prácticas agropecuarias y ambientales que fortalezcan la protección a coberturas vegetales y recurso hídrico.	\$ 390.669.000,00
Lograr 5 hectáreas en proceso de restauración ecológica.	\$ 250.694.000,00
Vincular 60 hogares y/o unidades productivas a procesos productivos y de comercialización en el sector rural.	\$ 334.259.000,00
Implementar 40 huertas rurales.	\$ 234.601.000,00
<b>Alcaldía Local de Usaquén</b>	
Vincular 62 hogares y/o unidades productivas a procesos productivos y de comercialización en el sector rural.	\$ 455.737.000,00

Apoyar 50 predios rurales con buenas prácticas agropecuarias y ambientales que fortalezcan la protección a coberturas vegetales y recurso hídrico	\$ 166.868.000,00
<b>Alcaldía Local de Chapinero</b>	
Vincular 54 hogares y/o unidades productivas a procesos productivos y de comercialización en el sector rural.	\$ 778 644 000,00
<b>Alcaldía Local de Usme</b>	
Implementar 100 huertas rurales.	\$ 129 661 000,00
Vincular 100 hogares y/o unidades productivas a procesos productivos y de comercialización en el sector rural.	\$ 1 576 681 000,00
Lograr 2 hectáreas en proceso de restauración ecológica.	\$ 1 944 919 000,00
<b>Alcaldía Local de Ciudad Bolívar</b>	
Lograr 6 hectáreas en proceso de restauración ecológica	\$ 608 000 000,00
Lograr 8 hectáreas en proceso de restauración ecológica	\$ 1 049 000 000,00
Vincular 180 hogares y/o unidades productivas a procesos productivos y de comercialización en el sector rural.	\$ 1 276 000 000,00
Apoyar 848 predios rurales con buenas prácticas agropecuarias y ambientales que fortalezcan la protección a coberturas vegetales y recurso hídrico	\$ 2 518 000 000,00
<b>Total de presupuesto asignado en 2025:</b>	<b>\$ 26 127 292 000,00</b>

Fuente: Elaboración Propia basada en (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2025).

El total del presupuesto asignado para 2025 para estos programas y proyectos es de \$26 127 292 000.

Sin embargo, la implementación efectiva de estos proyectos se ve obstaculizada por las estrictas restricciones ambientales y la falta de claridad por parte de las propias entidades distritales sobre qué proyectos son viables dentro de la reserva. Como resultado, los recursos destinados a estos programas frecuentemente se desvían hacia otros proyectos que no enfrentan las mismas limitaciones, impidiendo que se logren avances significativos en el desarrollo rural sostenible y en la mejora de la calidad de vida de las comunidades campesinas.

### **Contexto Económico:**

Las restricciones sobre el uso del suelo en la RFPBOB limitan las actividades económicas tradicionales de las comunidades campesinas, reduciendo la productividad de la tierra y dificultando el acceso a ingresos sostenibles. A pesar de la asignación de fondos distritales para el desarrollo rural, la falta de alternativas viables ha impedido que estas comunidades mejoren significativamente su situación económica.

### **Contexto Legal:**

Las normativas vigentes en la RFPBOB, particularmente las establecidas en el Artículo 9 de la Resolución 1766 de 2016, imponen restricciones severas sobre la construcción de viviendas nuevas, la ampliación de estructuras existentes y el establecimiento de nuevas áreas agropecuarias. Estas regulaciones están diseñadas para proteger la integridad ecológica de la reserva, pero al mismo tiempo, limitan las oportunidades de desarrollo económico para las comunidades locales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

A nivel global, la conservación de áreas protegidas ha sido un desafío recurrente, especialmente en regiones donde las comunidades locales dependen directamente de los recursos naturales para su subsistencia. En Latinoamérica, existen ejemplos de proyectos exitosos que han integrado el desarrollo rural sostenible con la conservación de áreas protegidas, como en la Amazonía brasileña y los Andes peruanos. En Colombia, se han

realizado esfuerzos similares en áreas como el Parque Nacional Natural Los Nevados, donde se han implementado proyectos agro-sostenibles compatibles con la conservación.

En el contexto de la RFPBOB, el Plan de Manejo Ambiental ha sido el principal instrumento para la regulación del uso del suelo, pero su implementación ha sido limitada debido a las tensiones entre las necesidades de conservación y las demandas de las comunidades locales. Investigaciones anteriores han señalado la necesidad de desarrollar enfoques innovadores que combinen la conservación con el desarrollo económico, pero hasta la fecha, no se han identificado soluciones que satisfagan plenamente ambas exigencias dentro del marco normativo vigente.

### **Alcance**

Este estudio se centrará en identificar y diseñar una alternativa agro-sostenible viable que cumpla con las restricciones normativas de la RFPBOB y, al mismo tiempo, satisfaga las necesidades económicas de las comunidades campesinas. El alcance incluirá un análisis exhaustivo de los contextos ecológico, social, cultural, económico, político, legal y tecnológico que impactan el proyecto, así como la evaluación de la viabilidad técnica, económica y ambiental de la alternativa propuesta.

## **JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de una alternativa agro-sostenible dentro de la RFPBOB es crucial para equilibrar la conservación ambiental con el desarrollo socioeconómico de las comunidades campesinas. Este estudio busca proporcionar una solución que permita a estas comunidades generar ingresos sostenibles mientras cumplen con las normativas ambientales, contribuyendo así a la preservación de la biodiversidad y la mejora de la calidad de vida en la región. La identificación de una alternativa viable también permitirá al Distrito de Bogotá asignar recursos de manera más eficiente y efectiva, alineando las políticas de desarrollo rural con los objetivos de conservación de la reserva.

### **Justificación de la Solución en Términos de la Maestría**

#### **Pertinencia Disciplinar**

Este proyecto se inscribe en el área central de la maestría en Gerencia de Proyectos, que se enfoca en el desarrollo de competencias avanzadas para la gestión efectiva de proyectos en contextos complejos y multidisciplinarios. La investigación utiliza herramientas, técnicas y metodologías de gestión de proyectos, como la metodología ONUDI para la evaluación de pre-factibilidad, que son fundamentales en la gerencia de proyectos.

La pertinencia del proyecto radica en la aplicación de los conocimientos adquiridos en la maestría, como la gestión de recursos, la evaluación de riesgos, la planificación y el control de proyectos, la gestión de stakeholders, y el liderazgo de equipos multidisciplinarios. Al aplicar estos conocimientos en un caso específico, como el desarrollo de alternativas agro-sostenibles dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB), el proyecto demuestra cómo se pueden integrar las herramientas de gerencia de proyectos para alcanzar objetivos tanto ambientales como socioeconómicos.

#### **Relevancia Social**

La relevancia social del proyecto es significativa debido a su impacto positivo en la comunidad y en la gestión del desarrollo sostenible. La implementación de alternativas agro-sostenibles en la RFPBOB ofrece oportunidades para mejorar la calidad de vida de

las comunidades campesinas mediante la generación de ingresos sostenibles, mientras se preserva la biodiversidad y se contribuye a la mitigación del cambio climático. Esto es crucial en un contexto donde las restricciones ambientales han limitado el desarrollo económico y social.

Sin embargo, un problema recurrente es que las entidades distritales, que cuentan con recursos para desarrollar proyectos productivos en áreas rurales, a menudo generan falsas expectativas entre los campesinos debido al desconocimiento de la normativa que aplica a la zona. Estas entidades, al no estar plenamente informadas sobre las restricciones y requisitos específicos que impone la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), inicialmente indican a las comunidades que podrían participar o beneficiarse de ciertos proyectos. Pero, cuando estos proyectos comienzan a desarrollarse, se encuentran con la realidad normativa que requiere la aprobación de la CAR, lo que deja a los campesinos con expectativas no cumplidas y sin la posibilidad de participar o beneficiarse de estos proyectos del distrito.

Este proyecto busca mitigar esta problemática mediante la identificación de alternativas agro-sostenibles viables que, desde el inicio, estén alineadas con las normativas ambientales de la RFPBOB. Esto permitirá a las entidades distritales conocer qué tipos de proyectos son factibles y en qué predios pueden implementarse, evitando así situaciones de desilusión y desperdicio de recursos. Con esta información, se podrán estructurar propuestas que cumplan con los requisitos de la CAR y que sean realmente ejecutables, asegurando que los recursos asignados tengan un impacto positivo y efectivo en las comunidades rurales.

Para la sociedad, este proyecto contribuye a la movilidad económica y social de las comunidades rurales, fomentando el empleo local y el fortalecimiento de capacidades en prácticas sostenibles. A nivel institucional, proporciona un modelo replicable de cómo integrar el desarrollo rural con la conservación ambiental, aportando al desarrollo de políticas públicas más inclusivas y sostenibles.

Desde el punto de vista del investigador, el proyecto tiene un impacto positivo al combinar la teoría de gerencia de proyectos con la práctica real en un contexto desafiante, mejorando las capacidades de gestión de proyectos en sectores como el desarrollo sostenible, la

gestión ambiental y la economía rural. Además, para las empresas, la creación de nuevas oportunidades de negocio en torno a productos y servicios sostenibles puede generar beneficios económicos y sociales a largo plazo.

### **Formulación de la Pregunta de Investigación**

¿Cómo se pueden desarrollar alternativas de desarrollo agro-sostenible que sean viables dentro de las restricciones impuestas por la normativa de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, y qué estrategias deben implementarse para equilibrar la conservación ambiental con las necesidades económicas y sociales de las comunidades rurales?

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Realizar un estudio de pre-factibilidad para desarrollar una alternativa agro-sostenible en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá utilizando la metodología ONUDI, para ofrecer a los campesinos opciones de ingresos viables que se alineen con los objetivos de conservación de la reserva.

### **ESPECÍFICOS**

Evaluar el contexto socioeconómico, cultural y ambiental en el que se desarrollará el proyecto agro-sostenible dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, identificando oportunidades y limitaciones impuestas por la normativa y las características del entorno rural.

Analizar la viabilidad comercial para productos agro-sostenibles generados dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, identificando nichos de mercado, comportamiento de los consumidores, y tendencias que favorezcan la economía campesina, en consonancia con las restricciones ambientales y normativas

Realizar un estudio técnico que determine las mejores prácticas para la implementación de una alternativa agro-sostenible dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, asegurando el uso de ecomateriales, la armonización con el entorno natural, y el cumplimiento con los permisos y regulaciones establecidos por la CAR.

Diseñar un modelo de gestión y estructura organizacional adaptado a la escala de economía campesina, definiendo roles, responsabilidades y procesos para la eficiente operación del proyecto, con especial atención al cumplimiento de las normativas ambientales y la participación comunitaria.

Analizar la normativa aplicable a la creación y operación de actividades agro-sostenibles dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, incluyendo la obtención de permisos, concesiones y autorizaciones necesarias, y garantizando que las instalaciones y actividades propuestas cumplan con los requisitos legales establecidos.

Evaluar el impacto ambiental potencial de la alternativa agro-sostenible propuesta, y desarrollar medidas de mitigación para asegurar que estas actividades contribuyan a la conservación de los ecosistemas y recursos hídricos de la Reserva.

Realizar un estudio financiero que considere los costos, ingresos proyectados y la inversión necesaria para implementar alternativas agro-sostenibles dentro de la Reserva, evaluando la viabilidad económica del proyecto en el marco de las restricciones normativas y las necesidades de las comunidades campesinas.

## MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL

### **Desarrollo Agro-Sostenible**

El concepto de desarrollo sostenible, tal como se define en el informe "Nuestro Futuro Común" publicado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1987, ha evolucionado para incluir enfoques sectoriales específicos, como el desarrollo agro-sostenible. Este concepto se refiere a la integración de prácticas agrícolas que no solo son económicamente viables, sino que también respetan los límites ambientales y promueven la equidad social (Brundtland, 1987). El desarrollo agro-sostenible surge como una respuesta a la creciente preocupación por los impactos negativos de la agricultura intensiva, como la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha sido una de las principales instituciones en promover este enfoque, definiéndolo como "un enfoque de gestión de la tierra y los recursos naturales que promueve prácticas agrícolas que son económicamente viables, socialmente equitativas y ambientalmente responsables" (tierra., 2010). El desarrollo agro-sostenible surge como una respuesta a la creciente preocupación por los impactos negativos de la agricultura intensiva, como la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático.

En esta investigación, el desarrollo agro-sostenible se aplicará como un criterio central para evaluar la factibilidad de implementar alternativas productivas dentro de la RFPBOB. Este concepto guiará la identificación de prácticas agrícolas que puedan integrarse de manera armoniosa con los objetivos de conservación del Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la reserva.

### **Economía Campesina**

La economía campesina, un concepto que ha sido analizado desde el siglo XIX por autores como Karl Marx y Friedrich Engels, se refiere a un sistema económico basado en la producción familiar, centrado en la autosuficiencia y la sostenibilidad. Este sistema se distingue por su resistencia y adaptación frente a las fuerzas del mercado global, como lo han señalado estudios de Teodor Shanin y Orlando Fals Borda (SDPA, 2023).

La economía campesina comenzó a ser vista como un sistema único y relevante en América Latina a partir de la segunda mitad del siglo XX, cuando se reconoció su papel crucial en la seguridad alimentaria y la gestión sostenible de los recursos naturales. Shanin (1973) y Fals Borda contribuyeron significativamente a la conceptualización de la economía campesina como una forma de resistencia cultural y económica en contextos de alta presión de mercado.

En este estudio, la economía campesina se comprenderá como un sistema económico sustentado en la producción familiar, con un rol fundamental en la seguridad alimentaria, la conservación ambiental y la cohesión social en las zonas rurales. Este tipo de economía, centrada en pequeños productores y campesinos familiares, no solo se dedica a la producción de alimentos, sino que también impulsa la diversificación a través de bienes no agrícolas. En el contexto colombiano, donde el 32% de la población habita en zonas rurales, la economía campesina representa un componente clave para el desarrollo político, económico y social del país (SDPA, 2023). Este marco conceptual permitirá analizar las dinámicas socioeconómicas dentro de la RFPBOB y su incidencia en la implementación de alternativas agro-sostenibles.

### **Metodología ONUDI**

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha desarrollado una metodología ampliamente reconocida para la evaluación de proyectos de desarrollo sostenible. Esta metodología ofrece un enfoque sistemático para la realización de estudios de pre-factibilidad y factibilidad, abarcando aspectos técnicos, económicos, y ambientales. Desde su fundación en 1966, la ONUDI ha promovido el desarrollo industrial en países en desarrollo, con un enfoque en la sostenibilidad y el impacto socioeconómico. La metodología ONUDI ha sido aplicada en diversos proyectos agrícolas y de manejo de recursos naturales, proporcionando un marco sólido para la evaluación de la viabilidad de inversiones en estos sectores.

En este trabajo, se utilizará la metodología ONUDI como un enfoque sistemático para evaluar la viabilidad de proyectos de desarrollo, considerando cuestiones técnicas, económicas y ambientales, con el propósito de garantizar que las inversiones propuestas sean sostenibles y otorguen beneficios a las comunidades locales (ONUDI, 2005). Este

enfoque guiará el proceso de análisis y diseño de la alternativa agro-sostenible en la RFPBOB.

### **RESERVA FORESTAL PROTECTORA BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTÁ (RFPBOB)**

La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, de aquí en adelante RFPBOB, fue declarada como tal en 1977 con el objetivo de conservar una de las áreas más importantes para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la región de Bogotá. La reserva forma parte integral de la Estructura Ecológica Principal Distrital y actúa como un corredor ecológico entre los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Sumapaz (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016).

Desde su creación, la RFPBOB ha sido objeto de numerosas regulaciones, incluyendo la implementación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) en 2016. Este plan define las zonas de preservación, restauración y uso sostenible, con el fin de proteger los valores ecológicos y reducir la presión sobre el entorno natural debido a la expansión urbana y agrícola.

La RFPBOB será analizada en esta investigación como "un área natural protegida, sujeta a regulaciones estrictas que limitan el uso del suelo con el fin de preservar la biodiversidad, las fuentes hídricas, y otros valores ecológicos esenciales para la región de Bogotá" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2016). Este marco normativo será clave para el diseño de las alternativas agro-sostenibles propuestas.

### **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)**

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es una herramienta de planificación y gestión que busca armonizar la conservación de áreas protegidas con el desarrollo sostenible. En Colombia, la Ley 99 de 1993 estableció el marco legal para la creación y aplicación de PMAs en todo el país.

El PMA de la RFPBOB, adoptado en 2016, establece directrices específicas para el uso del suelo dentro de la reserva, incluyendo la zonificación del territorio en áreas de preservación, restauración y uso sostenible. Estas regulaciones buscan proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, al tiempo que permiten un uso limitado de los recursos naturales (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016).

En esta investigación, el PMA se utilizará como "un documento técnico y normativo que establece las acciones necesarias para la conservación y el manejo sostenible de la RFPBOB, en armonía con las necesidades socioeconómicas de las comunidades locales" (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016). Este plan será el marco de referencia central para la evaluación y diseño de las alternativas agro-sostenibles

### **Conservación de la Biodiversidad**

La conservación de la biodiversidad se ha convertido en un objetivo primordial a nivel global, especialmente tras la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) en 1992, que subrayó la importancia de proteger la variedad de vida en la Tierra para el bienestar humano (CDB, 1992).

Desde la adopción de la CDB, la conservación de la biodiversidad se ha consolidado como un pilar esencial en las políticas ambientales de muchos países, incluida Colombia. La RFPBOB, debido a su alta diversidad biológica y ecosistémica, representa un área estratégica para la conservación en la región capital. En el contexto de esta investigación, se entiende la conservación de la biodiversidad como el conjunto de acciones y estrategias enfocadas en preservar los ecosistemas y hábitats naturales, así como en mantener y recuperar poblaciones viables de especies en sus entornos naturales (CDB, 1992). Este concepto será central en la evaluación de las propuestas agro-sostenibles, asegurando que estas no comprometan la integridad ecológica de la reserva.

### **Método de Solución:**

#### **Posicionamiento**

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo, caracterizado por su naturaleza funcional y optimista, y se orienta hacia una exploración descriptiva de las alternativas agro-sostenibles en la RFPBOB. La metodología cuantitativa se centra en la recolección y análisis de datos numéricos, permitiendo medir y evaluar de manera objetiva la viabilidad de las propuestas en términos de su alineación con los criterios de sostenibilidad y las restricciones normativas establecidas por el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la reserva (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016).

El enfoque funcional de esta investigación se manifiesta en su objetivo de proporcionar soluciones prácticas y aplicables, que no solo cumplan con los objetivos de conservación, sino que también sean viables desde el punto de vista económico y social para las comunidades campesinas involucradas (SDPA, 2023). La perspectiva optimista, por su parte, se refleja en la creencia de que es posible diseñar y aplicar alternativas que armonicen la protección ambiental con el desarrollo sostenible, generando beneficios tangibles y duraderos para todas las partes interesadas.

Siguiendo la metodología ONUDI, esta investigación se posiciona como un esfuerzo por generar conclusiones basadas en evidencia empírica robusta, que informen la toma de decisiones y faciliten la implementación de políticas y prácticas agro-sostenibles. El uso de datos cuantitativos permite una evaluación precisa de las diferentes alternativas, facilitando la identificación de aquellas que mejor se alinean con los objetivos de conservación de la reserva y las necesidades de las comunidades rurales.

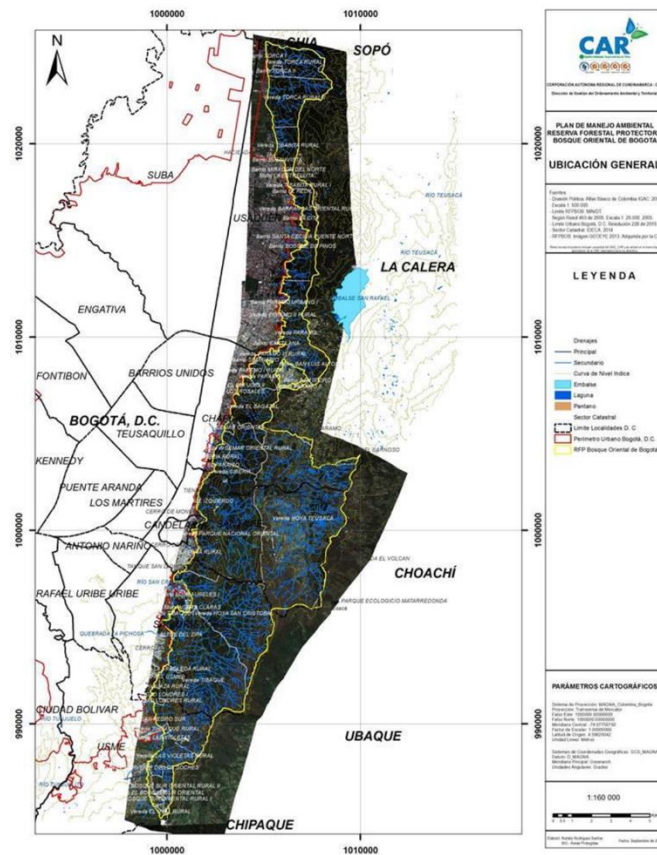
### **Unidad de Análisis y Objeto de Estudio**

La unidad de análisis de este estudio es la RFPBOB, con un enfoque particular en las áreas rurales donde se desarrollarán las actividades agro-sostenibles propuestas. Esta reserva, una cadena montañosa localizada en el costado oriental del casco urbano de Bogotá, abarca una extensión aproximada de 13 142.11 hectáreas, según la cartografía de la Resolución 463 de 2005, información que se encuentra detallada en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la RFPBOB. La reserva se eleva desde los 2 650 hasta los 3 600 metros sobre el nivel del mar e incluye áreas rurales de las localidades de Usme, San Cristóbal, Santa Fe, Chapinero y Usaquén.

Dentro de la reserva se encuentran 27 veredas catastrales, que incluyen, entre otras, Torca I, Hoya Teusacá, Siberia, y Ciudad Londres rural. Además, se han identificado cinco asentamientos informales: Bosque Sur Oriental, Lomitas, La Capilla, Altos de Serrezuela, y Mirador del Norte. Estos elementos geográficos y socioeconómicos, extraídos del PMA, conforman el contexto específico en el que se enmarca este estudio, y son clave para la implementación de cualquier actividad agro-sostenible dentro de la reserva (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016).

El objeto de estudio es el desarrollo de una alternativa agro-sostenible que sea viable dentro de las restricciones impuestas por la normativa de la reserva y que, al mismo tiempo, proporcione ingresos sostenibles a las comunidades rurales. Esta alternativa deberá alinearse con los lineamientos establecidos en el PMA de la RFPBOB, el cual establece las directrices para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales de la reserva.

**Ilustración 1. Localización general de la RFPBOB**



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016).

## DISEÑO METODOLÓGICO

Para la recolección de datos en este estudio, se seleccionan cuidadosamente los instrumentos de acuerdo con el propósito de cada fase de la investigación y los actores sociales involucrados. Dado que la metodología utilizada es de carácter cuantitativo, los instrumentos seleccionados permitirán obtener datos relevantes que faciliten un análisis estadístico robusto, asegurando la validez y fiabilidad de los resultados. Los principales instrumentos serán (Hernández Sampieri, 2014):

### **Entrevistas Estructuradas:**

Propósito: Obtener información detallada y específica sobre las normativas vigentes, las posibilidades de implementación de las alternativas agro-sostenibles, y la percepción de viabilidad del proyecto desde una perspectiva técnica y regulatoria.

Actor Social: Expertos en Desarrollo Sostenible y Autoridades Locales (incluyendo CAR y Entidades Distritales).

Descripción: Las entrevistas estructuradas seguirán un guion predefinido que asegurará la consistencia en la recolección de datos entre diferentes entrevistados, permitiendo comparar y sintetizar la información obtenida de forma efectiva.

### **Análisis de Datos Secundarios:**

Propósito: Revisar y analizar documentos, estudios previos, y bases de datos existentes relacionados con el uso del suelo, la legislación ambiental, y el desarrollo rural en la RFPBOB.

Actor Social: Este instrumento se aplicará de manera transversal, sin enfocarse en un actor social específico, sino en la recopilación de información relevante que ya ha sido documentada.

Descripción: El análisis de datos secundarios proporcionará un contexto histórico y normativo, complementando la información primaria obtenida a través de encuestas y entrevistas. Esto incluirá la revisión de informes del Plan de Manejo Ambiental (PMA), estudios agroecológicos, y registros socioeconómicos.

Para mayor claridad, a continuación, se presenta un cuadro que relaciona los instrumentos de recolección de datos con los actores sociales a los que se aplicarán:

**Tabla 2. Instrumentos para la recolección de datos**

<b>Actor social</b>	<b>Perfil</b>	<b>Instrumento aplicado</b>
Expertos en Desarrollo Sostenible	Profesionales en agroecología, gestión de recursos naturales, y desarrollo rural	Entrevistas estructuradas
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)	Autoridad ambiental encargada de la regulación y supervisión de la RFPBOB.	Entrevistas estructuradas
Entidades Distritales	Oficinas del gobierno distrital responsables de políticas y recursos para el desarrollo rural.	Entrevistas estructuradas
No aplica	Información documental y estudios previos.	Análisis de Datos Secundarios

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

En el desarrollo de esta investigación, se priorizará el estricto cumplimiento de las normativas éticas relacionadas con la recolección, manejo y protección de la información. Para ello, se adoptarán las siguientes medidas:

### **Protección de Datos Personales:**

Cumplimiento del Habeas Data: Se garantizará el respeto absoluto a los derechos de los participantes en cuanto al manejo de sus datos personales, en línea con la legislación vigente sobre protección de datos (Ley 1581 de 2012 en Colombia). Esto incluye la obtención del consentimiento explícito y voluntario de los participantes antes de la recolección de cualquier información personal.

### **Privacidad y Confidencialidad:**

Anonimización de Datos: Todos los datos recolectados serán anonimizados para proteger la identidad de los participantes. Se asegurará que cualquier información personal que pueda identificar a los participantes sea eliminada o codificada antes de su análisis y

publicación, garantizando que los resultados del estudio no puedan ser rastreados hasta individuos específicos.

**Confidencialidad:** La información recopilada será manejada con la más estricta confidencialidad. Solo el equipo de investigación autorizado tendrá acceso a los datos originales, y estos serán almacenados en sistemas seguros que prevengan el acceso no autorizado.

**Consentimiento Informado:**

**Solicitud de Permisos:** Antes de la recolección de cualquier tipo de información, se solicitarán los permisos correspondientes a los actores sociales involucrados. Esto incluirá la entrega de formularios de consentimiento informado, que detallarán los objetivos de la investigación, los procedimientos a seguir, los posibles riesgos y beneficios, y los derechos de los participantes, incluyendo su derecho a retirar su participación en cualquier momento sin repercusiones negativas.

**Transparencia en el Uso de la Información:** Se informará claramente a los participantes sobre cómo se utilizarán los datos recopilados, asegurando que estén plenamente conscientes y de acuerdo con el propósito del estudio y la forma en que se manejará su información.

**Permisos Institucionales y Normativos:**

**Autorizaciones Necesarias:** Se tramitarán todas las autorizaciones necesarias ante las entidades competentes, como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y otras autoridades locales, para garantizar que la recolección y uso de la información cumplan con las regulaciones vigentes y los estándares éticos.

## DESARROLLO DEL TRABAJO

Para la evaluación y desarrollo de la alternativa agro-sostenible en la RFPBOB, se adopta la metodología de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Esta metodología se caracteriza por su enfoque integral y multidimensional, diseñado específicamente para evaluar la viabilidad de proyectos de desarrollo sostenible en su fase de pre-inversión.

El alcance de esta investigación se centra exclusivamente en la fase de pre-inversión, la cual es crucial para determinar la viabilidad del proyecto antes de proceder a la inversión y posterior ejecución. La fase de pre-inversión implica un conjunto de estudios detallados que permiten analizar todos los aspectos clave relacionados con la implementación de alternativas agro-sostenibles en la RFPBOB. Los estudios que se llevarán a cabo en esta fase son (Behrens, 1994):

- Estudio del Sector: Este estudio examina el entorno macroeconómico, social y ambiental en el que se desarrollará el proyecto. Se analizarán las políticas públicas, las tendencias del mercado agrícola, y las condiciones socioeconómicas de la región, para identificar oportunidades y amenazas que podrían afectar la viabilidad del proyecto agro-sostenible.
- Estudio de Mercado: Aquí se evalúa la demanda potencial de los productos agro-sostenibles, identificando los nichos de mercado y analizando las tendencias de consumo. Este estudio también incluirá un análisis de la competencia y la identificación de estrategias de comercialización que aseguren el éxito del proyecto en el mercado.
- Estudio Técnico: Este análisis se centra en los aspectos técnicos del proyecto, como la selección de tecnologías, los requerimientos de infraestructura, y la compatibilidad de las prácticas agrícolas con las condiciones ambientales de la RFPBOB. Se evaluará la factibilidad técnica para asegurar que las alternativas propuestas sean implementables y sostenibles.
- Estudio Organizacional: Se define la estructura organizativa que será necesaria para la gestión eficiente del proyecto. Este estudio abordará la asignación de roles y responsabilidades, la gestión del recurso humano, así como la implementación de

procesos organizativos que garanticen una operación efectiva y alineada con los objetivos de sostenibilidad.

- Estudio Legal: Este análisis identifica y evalúa las normativas legales aplicables al proyecto, incluyendo regulaciones ambientales, derechos de uso de la tierra, y otras leyes pertinentes. Este estudio es esencial para garantizar que el proyecto cumpla con todos los requisitos legales necesarios y se desarrolle dentro del marco normativo establecido.
- Estudio Ambiental: Este componente evalúa el impacto ambiental potencial del proyecto y propone medidas de mitigación para minimizar cualquier efecto negativo sobre los ecosistemas de la RFPBOB. Se buscará asegurar que las actividades agro-sostenibles no solo sean viables, sino también compatibles con la conservación de la biodiversidad en la reserva.
- Estudio Financiero: Este estudio incluye un análisis detallado de los costos asociados con la implementación del proyecto, así como de los ingresos proyectados y la inversión necesaria. El análisis financiero es clave para determinar la rentabilidad y sostenibilidad económica del proyecto a largo plazo.

La metodología ONUDI es particularmente adecuada para esta fase, ya que ofrece un enfoque sistemático para evaluar la viabilidad de proyectos desde múltiples perspectivas, asegurando que todas las dimensiones del desarrollo sostenible sean consideradas. Al centrarse en la fase de pre-inversión, esta investigación proporcionará una base sólida para la toma de decisiones informadas sobre la viabilidad del proyecto agro-sostenible, asegurando que cualquier inversión futura esté respaldada por un análisis riguroso y detallado (ONUDI, 2005).

## **ACTORES SOCIALES**

En esta investigación, se identifican y caracterizan diversos actores sociales que tienen participación directa e indirecta en el desarrollo de las alternativas agro-sostenibles propuestas para la RFPBOB. Cada uno de estos actores juega un papel crucial en la implementación, supervisión y sostenibilidad del proyecto, y su colaboración es esencial para alcanzar los objetivos planteados. A continuación, se describen los principales actores sociales involucrados:

### **Comunidades Campesinas:**

Perfil: Las comunidades campesinas residentes en las áreas rurales de la RFPBOB son los actores directos más relevantes, ya que serán los principales beneficiarios y participantes en la implementación de las alternativas agro-sostenibles.

Rol: Estas comunidades no solo participarán en la ejecución de las actividades propuestas, sino que también aportarán su conocimiento tradicional y experiencia en el manejo del territorio. Su implicación es fundamental para garantizar que las soluciones desarrolladas sean culturalmente apropiadas y aceptadas.

### **Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR):**

Perfil: La CAR es la autoridad ambiental encargada de la regulación, supervisión y conservación de los recursos naturales en la RFPBOB.

Rol: Su participación es crucial para asegurar que las actividades agro-sostenibles cumplan con la normativa ambiental vigente. Además, la CAR proporcionará orientación técnica y supervisión para garantizar que las intervenciones sean compatibles con los objetivos de conservación de la reserva.

### **Entidades Distritales:**

Perfil: Estas entidades, que incluyen a diversas oficinas y dependencias del gobierno distrital, son responsables de la gestión de recursos y la formulación de políticas para el desarrollo rural sostenible en Bogotá.

Rol: Las entidades distritales jugarán un papel clave en la asignación de recursos financieros y en la facilitación de la infraestructura necesaria para la implementación del proyecto. También pueden influir en la integración de las alternativas agro-sostenibles dentro de las políticas públicas a nivel distrital.

### **Expertos en Desarrollo Sostenible:**

Perfil: Se trata de profesionales con conocimientos técnicos en áreas como la agroecología, la gestión sostenible de recursos naturales, y la economía rural, que proporcionarán asesoría y acompañamiento técnico en el desarrollo del proyecto.

Rol: Los expertos en desarrollo sostenible aportarán una visión estratégica y especializada, garantizando que las propuestas agro-sostenibles sean técnicamente viables y estén alineadas con las mejores prácticas internacionales.

### **FASES**

El desarrollo del proyecto se estructura en varias fases claramente definidas, cada una diseñada para asegurar un avance ordenado y sistemático desde la planeación inicial hasta la identificación, diseño y evaluación de la alternativa agro-sostenible que sea viable dentro del marco normativo de la RFPBOB. Estas fases son las siguientes:

#### **Fase 1: Planeación y Actividades Preliminares**

Objetivo: Establecer las bases para el desarrollo del proyecto mediante la recopilación de información relevante y la definición de los parámetros de evaluación.

Actividades:

- Revisión de literatura y análisis de documentos clave, incluyendo el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la RFPBOB.
- Identificación de las restricciones normativas y ambientales que rigen el uso del suelo en la reserva.
- Definición de los criterios de viabilidad que se utilizarán para evaluar las alternativas agro-sostenibles.
- Elaboración de un cronograma detallado y asignación de recursos para las siguientes fases.

## **Fase 2: Recolección y Análisis de Datos**

Objetivo: Obtener y analizar datos cuantitativos y cualitativos que permitan evaluar la situación actual y las posibles alternativas agro-sostenibles.

Actividades:

- Aplicación de encuestas a las comunidades campesinas para identificar sus necesidades y preferencias.
- Realización de entrevistas estructuradas con expertos en desarrollo sostenible y autoridades locales para evaluar la viabilidad técnica y normativa de las alternativas.
- Análisis de datos secundarios, incluyendo estudios previos y registros sobre uso del suelo y condiciones socioeconómicas en la reserva.
- Síntesis de la información recolectada para identificar oportunidades y limitaciones.

## **Fase 3: Diseño de Alternativas Agro-sostenibles**

Objetivo: Conceptualizar y diseñar una o más alternativas agro-sostenibles que cumplan con los criterios de viabilidad y las restricciones establecidas por el PMA.

Actividades:

- Desarrollo de modelos de producción agro-sostenible ajustados a las características geográficas y ambientales de la reserva.
- Evaluación de la compatibilidad de cada alternativa con las restricciones legales y normativas identificadas en la Fase 1.
- Diseño detallado de la implementación, incluyendo prácticas agrícolas, uso de recursos, y manejo ambiental.

## **Fase 4: Evaluación Económica y Financiera**

Objetivo: Estimar los costos y beneficios de las alternativas diseñadas para asegurar su viabilidad económica y financiera.

Actividades:

- Elaboración de presupuestos detallados para cada alternativa, incluyendo costos de implementación, operación y mantenimiento.
- Análisis de la rentabilidad y sostenibilidad financiera a largo plazo.
- Evaluación del impacto económico en las comunidades campesinas y su capacidad para adoptar y mantener las prácticas propuestas.

### **Fase 5: Validación y Ajustes Finales**

Objetivo: Validar las alternativas agro-sostenibles seleccionadas y realizar los ajustes necesarios antes de su implementación.

Actividades:

Presentación de las alternativas diseñadas a las comunidades campesinas y autoridades locales para obtener retroalimentación.

Ajustes en el diseño y la planificación en función de los comentarios recibidos y las nuevas consideraciones surgidas.

Preparación de un plan de implementación final que detalle las etapas, recursos necesarios, y mecanismos de monitoreo.

### **Fase 6: Elaboración del Informe Final y Presentación de Resultados**

Objetivo: Documentar todo el proceso y los resultados obtenidos, asegurando que la información esté disponible para su uso en futuras intervenciones y políticas.

Actividades:

Redacción del informe final que incluya la justificación, metodología, resultados, y recomendaciones.

Preparación de materiales de presentación para difundir los hallazgos y las alternativas propuestas entre los actores clave.

Organización de eventos de socialización para compartir los resultados con las comunidades, autoridades y otros interesados.

## PRODUCTOS ESPERADOS

Con el fin de evaluar la viabilidad y aceptación del modelo agro-sostenible propuesto, se diseñó un instrumento de recolección de información dirigido a actores clave del sector ambiental y del desarrollo rural. Este instrumento busca obtener percepciones expertas sobre la factibilidad técnica, cumplimiento normativo y beneficios sociales del proyecto en el contexto específico de la RFPBOB. A continuación, se presenta el formato de entrevista estructurada elaborado como uno de los productos técnicos del presente estudio:

**Tabla 3. Formato de entrevista**

<b>ENTREVISTA ESTRUCTURADA SOBRE PROYECTO AGRO-SOSTENIBLE EN LA RFPBOB</b>
<p>Descripción del proyecto: Esta entrevista se centra en una propuesta de modelo agro-sostenible de pequeña escala para la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB). El modelo integra la cría de pollos de engorde en módulos móviles junto con la producción de forraje verde y hortalizas en un invernadero hidropónico, ocupando un área total de 100 m<sup>2</sup>. La iniciativa está concebida para uso de subsistencia familiar, evitando infraestructura permanente y minimizando la huella ecológica, en línea con las restricciones de conservación de la reserva.</p>
<p>Instrucciones: A continuación, se presentan las preguntas organizadas en tres ejes temáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilidad Operativa</li> <li>• Aspectos Regulatorios y Legales</li> <li>• Percepción General.</li> </ul> <p>Por favor responda seleccionando la opción que mejor refleje su opinión en cada caso. La mayoría de las preguntas utilizan formatos de respuesta cerrada, como se indica a continuación:</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las escalas tipo Likert (1 a 5), 1 significa total desacuerdo o valoración muy baja, y 5 significa total acuerdo o valoración muy alta con la afirmación dada.</li> <li>• En preguntas de Sí/No, elija la opción correspondiente.</li> <li>• En preguntas de selección múltiple, puede elegir todas las opciones que considere aplicables (marque con ✓).</li> <li>• Al final de cada sección se brinda un espacio para observaciones breves, en caso de que desee agregar un comentario adicional relevante al tema de ese eje.</li> </ul>

Nota: Esta entrevista está dirigida a expertos en desarrollo sostenible y autoridades ambientales (CAR y entidades distritales). Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos (tesis de investigación). ¡Gracias por su participación!

**Eje 1: Viabilidad Operativa**

1. Factibilidad técnica: La implementación del modelo agro-sostenible propuesto (módulos avícolas móviles + invernadero hidropónico) es técnicamente factible dadas las condiciones ambientales y logísticas de la RFPBOB (*Escala Likert 1-5*).

2. Capacidad de gestión local: Las familias locales podrían gestionar eficazmente los módulos de pollos y el invernadero hidropónico con los recursos (agua, insumos) y conocimientos actualmente disponibles (*Escala Likert 1-5*).

3. Escala del proyecto: La escala propuesta del proyecto (≈100 m<sup>2</sup> de área total) es suficiente para generar beneficios productivos significativos (por ejemplo, suministro de alimento o ingresos complementarios) para las familias participantes (*Escala Likert 1-5*).

4. Sinergia de componentes: La integración de las dos actividades (avicultura móvil e hidroponía) ofrece sinergias operativas que mejoran la viabilidad del sistema (ej.: uso eficiente de recursos, alimentación complementaria de las aves con forraje producido) (*Escala Likert 1-5*).

5. Desafíos operativos: ¿Cuáles considera que son los principales desafíos operativos para implementar y mantener este modelo en la RFPBOB? (*Seleccione todas las opciones que apliquen*)

- a. Abastecimiento de agua suficiente para el sistema hidropónico.
- b. Protección de las aves contra depredadores, enfermedades y condiciones climáticas adversas.
- c. Capacitación técnica y conocimientos especializados necesarios para manejar el sistema.
- d. Costos económicos (inversión inicial y gastos operativos de mantenimiento).
- e. Disponibilidad de insumos y energía (nutrientes, semillas, materiales, suministro eléctrico).
- f. Otro factor: \_\_\_\_\_

*Observaciones (Viabilidad Operativa) – opcional:*

\_\_\_\_\_

**Eje 2: Aspectos Regulatorios y Legales**

1. Cumplimiento normativo: El modelo propuesto cumple con las normativas ambientales y de uso del suelo vigentes aplicables en la RFPBOB (por ejemplo, lineamientos del Plan de Manejo Ambiental de la reserva) (*Escala Likert 1-5*).

2. Facilidad de permisos: El proceso para obtener las autorizaciones necesarias (permisos de la CAR u otras entidades competentes) sería *ágil y sencillo* (*Escala Likert 1-5*).

<p>3. Apoyo institucional: Las autoridades ambientales (CAR, entidades distritales) estarían dispuestas a aprobar y brindar apoyo a un proyecto piloto de este tipo en la reserva (<i>Escala Likert 1-5</i>).</p>
<p>4. Aspectos críticos legales: Indique cuáles de los siguientes aspectos regulatorios podrían representar obstáculos o consideraciones críticas para la implementación del proyecto (<i>Seleccione los que correspondan</i>).</p> <p>a) Zonificación ambiental de la reserva (límites de uso sostenible vs. áreas de preservación/restauración).</p> <p>b) Permisos especiales de la CAR requeridos (autorización explícita para proyectos productivos de subsistencia).</p> <p>c) Licencias ambientales formales (evaluación de impacto ambiental, trámites ante autoridades).</p> <p>d) Normativas sanitarias o agropecuarias (regulaciones de ICA u otras sobre cría de animales y producción de alimentos).</p> <p>e) Restricciones sobre infraestructura en suelo de reserva (prohibición de construcciones fijas, etc.).</p> <p>f) Otro aspecto: _____.</p>
<p><i>Observaciones (Regulación/Legal) opcional:</i></p> <p>_____</p>
<p><b>Eje 3: Percepción General (Impactos Ambiental, Social, Cultural y Económico)</b></p>
<p>1. Impacto ambiental: La implementación de esta iniciativa tendría un impacto ambiental positivo en la RFPBOB (por ejemplo, contribuye a la restauración ecológica, control de especies invasoras, fertilización natural del suelo) sin causar daños significativos (<i>Escala Likert 1-5</i>).</p>
<p>2. Impacto social: El proyecto generaría beneficios sociales para la comunidad local (mejora de seguridad alimentaria, oportunidades de sustento, educación ambiental) y no provocaría conflictos sociales importantes (<i>Escala Likert 1-5</i>).</p>
<p>3. Compatibilidad cultural: La iniciativa es compatible con los valores culturales y el modo de vida tradicional de las comunidades campesinas de la zona, respetando el patrimonio cultural y el paisaje de la RFPBOB (<i>Escala Likert 1-5</i>).</p>
<p>4. Impacto económico: Este modelo agro-sostenible proveería beneficios económicos sostenibles a las familias residentes (por ej., ahorro en compra de alimento, ingresos por excedentes) contribuyendo a mejorar su calidad de vida (<i>Escala Likert 1-5</i>).</p>
<p>5. Apreciación global: En términos generales, considero recomendable la implementación de este modelo agro-sostenible en la RFPBOB (<i>Escala Likert 1-5</i>).</p>
<p><b><i>Observaciones (Percepción General) – opcional:</i></b></p>

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### **Informe Final del Estudio de Pre-factibilidad:**

- Este documento es el resultado principal del proyecto y contiene un análisis exhaustivo de la viabilidad técnica, económica, ambiental, social, y legal de las alternativas agro-sostenibles propuestas para la RFPBOB. El informe incluye una evaluación detallada de las condiciones actuales del área de estudio, identificando oportunidades y limitaciones para el desarrollo de proyectos productivos en el marco de las restricciones normativas vigentes. Además, presenta un análisis financiero que contempla costos de inversión, mantenimiento, y retorno de inversión, asegurando la sostenibilidad económica de las alternativas propuestas. Este documento sirve como guía fundamental para los tomadores de decisiones, entidades distritales, la CAR, y las comunidades locales, proporcionando una base sólida para avanzar hacia la implementación de proyectos agro-sostenibles.

### **Modelos de Producción Agro-sostenible Diseñados:**

- Los modelos de producción agro-sostenible son propuestas técnicas y operativas listas para ser implementadas en los predios que cumplan con las normativas ambientales de la RFPBOB. Cada modelo incluye la selección de cultivos o actividades productivas adecuadas, técnicas de cultivo sostenibles, uso eficiente de recursos (agua, suelo, energía), estrategias de manejo de residuos, y planes de mitigación de impactos ambientales. Además, los modelos están acompañados de diseños arquitectónicos, elaborados por el arquitecto especializado en proyectos sostenibles, que consideren la integración armoniosa de las actividades productivas con el entorno natural, respetando la biodiversidad y las características paisajísticas de la reserva. Estos modelos sirven como referencia práctica para las comunidades locales y los futuros proyectos en la región.

### **Manual de Buenas Prácticas Agro-sostenibles:**

- Este manual es una guía comprensiva y práctica que proporcionará a las comunidades locales, entidades distritales, y otros interesados, un conjunto de buenas prácticas para la implementación de proyectos agro-sostenibles en la RFPBOB. Incluye recomendaciones específicas sobre técnicas agrícolas amigables

con el medio ambiente, gestión de recursos naturales, manejo de plagas y enfermedades, conservación del suelo y agua, y estrategias de comercialización sostenible. Además, el manual destaca los pasos a seguir para cumplir con las normativas ambientales locales y nacionales, proporcionando un marco normativo claro que facilite la adopción de estas prácticas. Este producto se diseña en un formato accesible y será distribuido tanto en medios impresos como digitales para garantizar su amplio alcance y uso.

### **Presentación de Resultados:**

- La presentación de resultados consiste en una serie de materiales visuales y didácticos diseñados para la socialización efectiva de los hallazgos del proyecto con las comunidades locales, las autoridades distritales, la CAR, y otros actores relevantes. Estos materiales incluyen presentaciones en PowerPoint, infografías, videos explicativos, y carteles que resumen los aspectos más importantes del proyecto, como los modelos de producción agro-sostenible propuestos, las buenas prácticas recomendadas, y las políticas públicas sugeridas. Además, se organizarán talleres de presentación y discusión con los diferentes grupos de interés, facilitando un espacio de diálogo y retroalimentación que permita ajustar y mejorar las propuestas presentadas.

## RESULTADOS

### ESTUDIO SECTORIAL

En este apartado se desarrolla un análisis de sector con el propósito de plantear una alternativa agro-sostenible en la RFPBOB. La propuesta integra la cría de pollos de engorde en módulos móviles de 2x2 metros con la producción de forraje verde hidropónico (FVH) en un invernadero de dimensiones 4x8 metros. Este sistema tiene un doble objetivo: proveer alimento a las aves y cultivar hortalizas de ciclo corto que fortalezcan la seguridad alimentaria de las familias locales. Para determinar la factibilidad de esta iniciativa, se examinan las condiciones socioeconómicas, culturales y ambientales de la región, destacando tanto las posibilidades que ofrece el entorno como las restricciones derivadas de la normativa ambiental y las dinámicas rurales propias del área. El estudio abarca siete aspectos clave: (1) la definición del sector económico al que pertenece la propuesta (agropecuario y servicios ambientales), alineada con la clasificación nacional y datos actualizados del DANE; (2) el desempeño reciente del PIB en ramas económicas relevantes, como agricultura, ganadería, silvicultura y comercio, con estadísticas oficiales hasta mayo de 2025; (3) una evaluación del mercado de agroinsumos, incluyendo fertilizantes, semillas y alimentos para animales, fundamentada en fuentes confiables; (4) el contexto socioeconómico de la zona, considerando población, ruralidad, actores comunitarios y capacidades locales; (5) las limitaciones impuestas por las regulaciones ambientales de la RFPBOB; (6) una comparación entre las tendencias económicas sectoriales y dichas restricciones legales; y (7) las oportunidades y sinergias que el modelo podría generar, enmarcadas en la visión de Bogotá como Ciudad-Región y con la participación activa de la comunidad.

#### **Sector Económico de la Iniciativa: Agropecuario y Servicios Ambientales**

La iniciativa se enmarca principalmente en el componente agropecuario, complementada por elementos de servicios ambientales. Según la clasificación económica del DANE, las actividades agropecuarias engloban agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (Dane, 2025). En este caso, la cría de pollos de engorde se vincula a la ganadería avícola, mientras que la producción de forraje hidropónico y hortalizas se asocia a la agricultura.

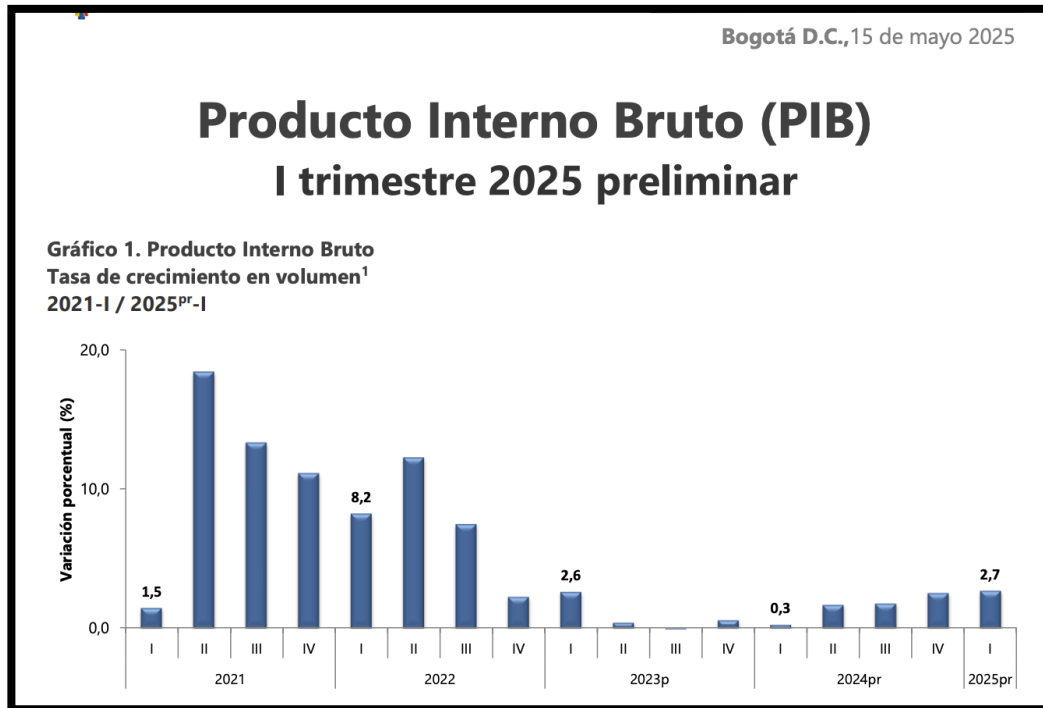
Además, el componente de servicios ambientales surge de su ubicación en una reserva forestal, lo que implica un enfoque en la protección ecosistémica y el manejo sostenible de recursos. Así, el proyecto no solo busca generar productos agropecuarios, sino también contribuir a servicios ecosistémicos como la preservación de la vegetación, la prevención de la erosión y la promoción de la educación ambiental, alineándose con estrategias de “negocios verdes”.

A escala nacional, el sector agropecuario ha adquirido un peso significativo en los últimos años. Datos recientes del DANE reflejan un crecimiento sostenido, consolidándolo como un motor esencial de la economía colombiana (Dane, 2025). Al formar parte de este sector, la propuesta podría aprovechar políticas públicas que fomentan el desarrollo agropecuario sostenible y la economía campesina. Asimismo, programas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Agrosavia y la Secretaría de Ambiente de Bogotá respaldan iniciativas de agricultura urbana, periurbana y agroecológica, especialmente en áreas rurales estratégicas, lo que representa un entorno favorable para esta propuesta.

### **Comportamiento del PIB por Ramas de Actividad Relevantes (a mayo 2025)**

La economía colombiana ha mostrado señales de recuperación en 2024-2025, con el sector agropecuario destacado como uno de los motores de crecimiento. Según el Boletín Técnico del DANE, en el primer trimestre de 2025 el Producto Interno Bruto (PIB) nacional registró un crecimiento anual del 2.7%, con una variación trimestral ajustada por estacionalidad del 0.8% (ver Ilustración 2).

## Ilustración 2. Evolución trimestral del PIB nacional (2021-I a 2025-I).



Fuente: Boletín Técnico, Producto interno bruto PIB I trimestre (Dane, 2025).

Entre las ramas de actividad económica, el comportamiento del sector agrícola ha sido dinámico:

- Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca: registró un crecimiento anual del 7.1% en el 1º trimestre de 2025, siendo de las actividades de mayor dinamismo y aportando 0.7 puntos porcentuales al crecimiento total del PIB (Dane, 2025). Este aumento refleja la expansión de diversas subactividades agropecuarias. (Ver Ilustración 3).

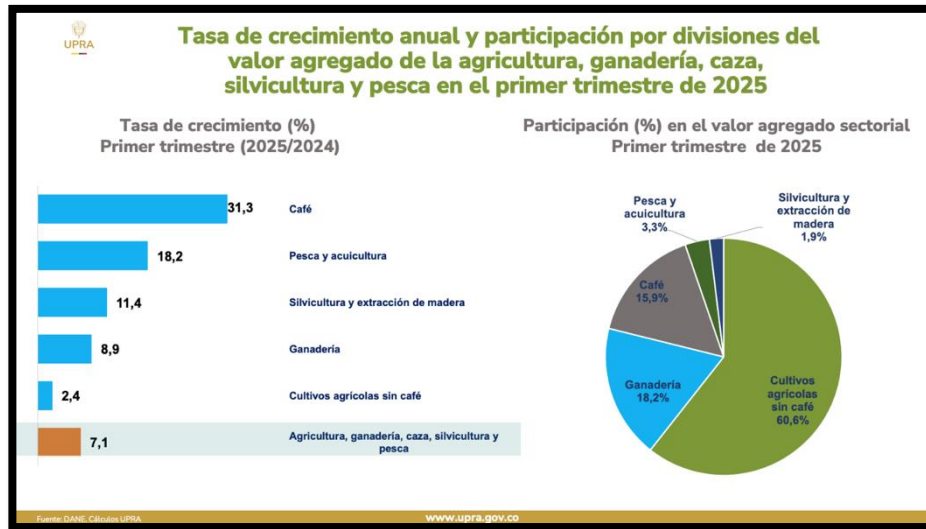
### Ilustración 3. Crecimiento anual por rama de actividad económica (1T 2025)

Actividad económica	Tasas de crecimiento (%)	
	Serie original	Serie ajustada por efecto estacional y calendario
	Anual	Trimestral
	2025 <sup>Pr</sup> -I / 2024 <sup>Pr</sup> -I	2025 <sup>Pr</sup> -I / 2024 <sup>Pr</sup> -IV
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	7,1	-0,2
Explotación de minas y canteras	-5,0	0,2
Industrias manufactureras	1,4	0,2
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado <sup>2</sup>	-1,2	0,3
Construcción	-3,5	-1,8
Comercio al por mayor y al por menor <sup>3</sup>	3,9	0,4
Información y comunicaciones	0,7	-1,0
Actividades financieras y de seguros	3,3	1,0
Actividades inmobiliarias	2,1	0,5
Actividades profesionales, científicas y técnicas <sup>4</sup>	1,0	0,6
Administración pública, defensa, educación y salud <sup>5</sup>	3,5	0,6
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios <sup>6</sup>	15,5	4,1
<b>Valor agregado bruto</b>	<b>2,7</b>	<b>0,6</b>
Impuestos menos subvenciones sobre los productos	2,2	-0,3
<b>Producto Interno Bruto</b>	<b>2,7</b>	<b>0,8</b>

Fuente: Boletín Técnico, Producto interno bruto PIB I trimestre (Dane, 2025).

El buen desempeño del agro se explica, en particular, por los siguientes subsectores; el café con una notable recuperación del 31.3% anual, tras afectaciones productivas previas y el buen desempeño de la ganadería con cerca de 9% de crecimiento, así como crecimientos en silvicultura con un alza del 11.4% y pesca 18.2 %. Estas cifras, desglosadas en la Ilustración 4, evidencian un repunte generalizado en el campo colombiano.

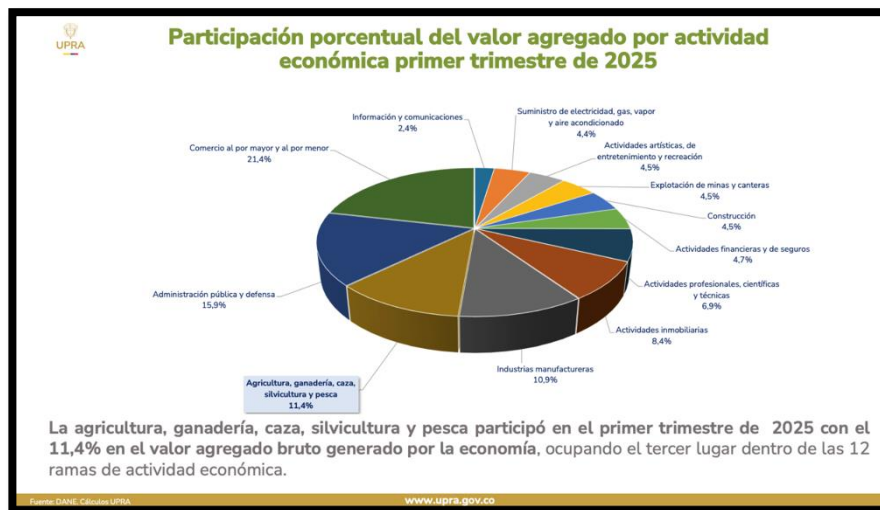
### Ilustración 4. Crecimiento sectorial detallado (2025-I)



Fuente: Boletín PIB I trimestre 2025 (Agropecuario-UPRA, 2025).

Además, el sector agropecuario ocupó el tercer lugar en participación dentro del valor agregado bruto de la economía (11.4%), después de comercio (21.4%) y administración pública (15.9%), como se presenta en la Ilustración 5.

### Ilustración 5. Participación sectorial en el valor agregado bruto (1T 2025)



Fuente: Boletín PIB I trimestre 2025. (Agropecuario-UPRA, 2025)

Otro sector relevante para este estudio es el de:

- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida, que en su conjunto creció un 3.9% anual en el primer trimestre de 2025, aportando cerca de 0.8 puntos al crecimiento del PIB (Dane, 2025). Dentro de este grupo la actividad puramente comercial ha estado dinamizada por la mayor demanda interna, aunque enfrenta retos de inflación. La recuperación del comercio es relevante, ya que cualquier producción agropecuaria sostenible necesitará encadenamientos comerciales para la distribución de insumos y la eventual venta de excedentes de producción como huevos y hortalizas.

### **Diagnóstico del Mercado de Agroinsumos (Fertilizantes, Semillas, Alimentos para Animales)**

El mercado de agroinsumos en Colombia que incluye fertilizantes, plaguicidas, semillas mejoradas y alimentos balanceados para animales, es un componente crucial para la producción agropecuaria, y su situación económica reciente ha estado marcada por alta volatilidad de precios e importaciones crecientes. A continuación, se presenta un diagnóstico con datos oficiales y actualizados:

- Fertilizantes: El país importa la mayor parte de sus fertilizantes químicos, lo que la hace altamente vulnerable a las fluctuaciones de los mercados internacionales. Según la Bolsa Mercantil de Colombia, anualmente se importan cerca de 1.5 millones de toneladas de fertilizantes, con un valor estimado de 2 billones de pesos COP, mientras que la capacidad de producción nacional sigue siendo limitada (Bolsa Mercantil de Colombia, 2024). Luego del pico de precios registrado en 2022, producto de factores como el alza global del gas natural y tensiones geopolíticas, el mercado mostró cierta estabilización en 2023. Sin embargo, en marzo de 2025 se observó un nuevo repunte en los costos, reflejado en el Índice de Precios de Insumos Agrícolas de la UPRA, que presentó un incremento del 0.59 %, impulsado principalmente por los fertilizantes (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria- UPRA, 2025).

Otros insumos agrícolas también mostraron incrementos, como los molusquicidas (+1.45 %), mientras que los alimentos balanceados para animales (ABA) experimentaron una leve reducción del 0.58 % mensual, aunque acumulan un alza del 2.48 % en lo corrido del año (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria-UPRA, 2025). Este escenario de alta volatilidad y encarecimiento sostenido impacta directamente la rentabilidad y sostenibilidad de los proyectos agropecuarios, especialmente en zonas rurales de economía campesina. Si bien el Gobierno Nacional ha implementado medidas como la reducción temporal de aranceles a fertilizantes y el fomento a los bioinsumos nacionales, a mayo de 2025 estos mecanismos han tenido un efecto limitado en los precios. En este contexto, la adopción de alternativas como el forraje verde hidropónico (FVH) cobra especial relevancia como estrategia para reducir la dependencia de insumos externos, estabilizar costos productivos y mejorar la resiliencia económica del sector agroecológico. Este escenario de alta volatilidad y encarecimiento sostenido impacta directamente la rentabilidad y sostenibilidad de los proyectos agropecuarios, especialmente en zonas rurales de economía campesina.

- Semillas: Según un análisis gremial de Acosemillas (2021) los costos de las semillas certificadas en Colombia se han visto afectados por la tasa de cambio, la inflación global y el alza en los costos logísticos, especialmente en variedades importadas como hortalizas y granos mejorados. Aunque no existen indicadores mensuales tan precisos como en fertilizantes, gremios como Acosemillas han advertido que, en 2021, el aumento del dólar y de los fletes internacionales generó incrementos de hasta 40 % en los costos de producción agrícola, presionando también el precio de las semillas (Acosemillas.org, 2021). El ICA regula este mercado, dominado por grandes importadores, lo que limita el acceso a insumos accesibles para pequeños productores. A pesar de iniciativas estatales para fomentar la producción local y la entrega de semillas, por ejemplo, a través de Agrosavia, la cobertura aún es insuficiente frente a la demanda nacional. El ICA regula este mercado, dominado por grandes importadores, lo que limita el acceso a insumos accesibles para pequeños productores. A pesar de iniciativas estatales para fomentar la producción local y la entrega de semillas, por ejemplo, a través de Agrosavia, la cobertura aún es insuficiente frente a la demanda nacional.

Para el presente proyecto, que contempla el cultivo de hortalizas de ciclo corto y forraje verde hidropónico (FVH) como parte del sistema agro-sostenible, resulta estratégico priorizar el acceso a semillas de calidad. En particular, se recomienda fortalecer el uso de semillas criollas adaptadas a las condiciones locales, así como el intercambio comunitario de material vegetal a través de redes de agroecología campesina, lo que permitiría reducir la dependencia de insumos costosos y promover la autonomía productiva en el marco de la economía circular.

- La producción de alimentos balanceados para animales (ABA), como concentrados y piensos: Constituye un insumo fundamental en la cría de pollos de engorde. El mercado de ABA ha experimentado fluctuaciones recientes, según la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Si bien la mayor parte de estos alimentos se produce a nivel local por empresas especializadas, sus componentes principales como maíz amarillo y soya, entre otros, son predominantemente de origen importado. En febrero de 2025, se registró un aumento del 1.57% en los precios de los ABA, marcando el tercer mes consecutivo de incrementos (Agropecuaria-UPRA, 2025). Este aumento se observó principalmente en los alimentos formulados para cerdos (+1.8%) y bovinos (+1.76%), aunque también se presentaron ajustes en el alimento para aves de corral (Agropecuaria-UPRA, 2025). No obstante, en marzo de 2025 se produjo un ligero descenso en esta tendencia alcista, con una reducción promedio del 0.58% en el índice de precios de los ABA. A pesar de esta reciente estabilidad, el acumulado del primer trimestre de 2025 aún reflejó un incremento del +2.48% en el costo de estos alimentos (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria-UPRA, 2025), lo que indica que la alimentación animal sigue siendo, en general, más costosa en comparación con el año anterior. En el contexto de la cría de pollos del presente proyecto, se contempla una estrategia de mitigación de estos costos a través de la producción de forraje verde hidropónico como suplemento dietario, lo que permitiría disminuir la dependencia del concentrado comercial. Sin embargo, la adquisición de ciertos insumos proteicos y premezclas seguirá siendo necesaria, y sus precios estarán sujetos a las dinámicas del mercado general de ABA.

En resumen, el panorama de los insumos agropecuarios en 2025 sigue marcado por altos costos y una notable volatilidad, sobre todo en fertilizantes y alimentos balanceados, debido

a la fuerte dependencia de importaciones y factores externos como conflictos internacionales o aumentos en los fletes. Las cifras recientes de entidades como la UPRA y la Bolsa Mercantil confirman ese encarecimiento, que golpea directamente la rentabilidad de la producción en el campo. Frente a este contexto, el proyecto propone una alternativa centrada en la eficiencia y el autoconsumo: el uso de forraje verde hidropónico (FVH) como sustituto parcial del concentrado comercial, y el aprovechamiento del estiércol de las aves como abono orgánico. Además, por su enfoque sostenible, esta iniciativa podría ser elegible para apoyos estatales, como subsidios a fertilizantes o paquetes tecnológicos dirigidos a pequeños productores.

### **Contexto Socioeconómico Local y Regional (Bogotá Rural y Secretaría Distrital de Ambiente, 2024)**

La Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá se ubica en el costado oriental de la ciudad, abarcando zonas de montaña andina que sirven de transición entre el área urbana de Bogotá y municipios vecinos de Cundinamarca. Comprender el contexto socioeconómico local-regional es clave para la viabilidad del proyecto, pues este se implementará en un entorno rural periurbano con particularidades ambientales, demográficas, culturales y logísticas.

Población y ruralidad: Bogotá cuenta con aproximadamente 163 000 hectáreas de territorio, de las cuales 122 000, cerca del 75%, corresponden a suelo rural (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). Sin embargo, pese a esta gran extensión, únicamente 51 203 personas habitan la zona rural de la ciudad (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). En línea con ello, se estima que 16 429 bogotanos son pequeños o medianos productores agropecuarios, distribuidos en 3 322 familias dentro del suelo rural del Distrito. Estos asentamientos rurales se dispersan en nueve de las veinte localidades de Bogotá, entre las cuales se encuentran las cinco que integran la RFPBOB (Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal y Usme).

Dentro de este grupo de localidades orientales, Usme destaca por concentrar la mayor población rural, albergando aproximadamente 17 000 campesinos equivalente al 34% del total de la población rural de la capital (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). Le siguen, en orden de importancia demográfica rural, Santa Fe, San Cristóbal, Chapinero y Usaquén,

cuyos sectores rurales poseen comunidades más reducidas. Cabe señalar que las restantes localidades con presencia de población rural significativa a nivel de ciudad son Sumapaz, Ciudad Bolívar, Suba y Bosa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024), aunque estas no forman parte del área de la RFPBOB. En conjunto, lo anterior evidencia que la población rural bogotana se concentra principalmente en unos pocos núcleos territoriales específicos.

No existe actualmente una cifra única y consolidada sobre cuántas personas habitan dentro de los límites de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. El Plan de Manejo Ambiental de dicha reserva reconoce esta limitación de información y, por ello, en su componente operativo contempla un proyecto de investigación socioeconómica enfocado en caracterizar la población local, sus condiciones de vivienda, salud, calidad de vida, empleo y la eventual presencia de comunidades étnicas en el área de la reserva (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Dicho estudio busca suplir la ausencia de datos precisos sobre la población residente en la zona protegida y orientar mejor las acciones de manejo ambiental.

La población combina actividades agrícolas de subsistencia pequeñas huertas, cría menor, trabajos asalariados en la ciudad y otros oficios históricamente hubo canteras y chircales, fabricación artesanal de ladrillo, en algunos sectores de los cerros, actividad hoy clausurada por razones ambientales (Orientales, 2008). Aunque no se desagrega en las estadísticas, el PMA menciona que, en hogares de los Cerros Orientales persisten condiciones de pobreza y necesidades básicas insatisfechas, dada la informalidad en la tenencia de la tierra y las restricciones productivas que enfrentan.

Actores sociales y comunitarios: La RFPBOB alberga una amplia y diversa red de actores sociales que desempeñan un papel estratégico en la gestión territorial, la protección ambiental y el impulso de iniciativas comunitarias sostenibles. De acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental (PMA), estos actores se agrupan en cuatro sectores: comunitario, público, privado y académico-investigativo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

El sector comunitario está conformado por Juntas de Acción Comunal (JAC), asociaciones campesinas, redes ambientales, acueductos comunitarios, fundaciones y organizaciones

no gubernamentales (ONG). Estas estructuras representan la base organizativa local y son fundamentales para la articulación social y la promoción de proyectos sostenibles en veredas como Verjón Alto, Verjón Bajo, Fátima, Los Soches y La Floresta La Sabana. Ejemplos relevantes incluyen la Red Los Verjones, la Mesa Ambiental de los Cerros Orientales, Funverjón, ACUALCOS y ACUABOSQUE, entre otras.

El sector público involucra a entidades distritales, locales y nacionales como la CAR, las alcaldías locales (Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal y Usme), la Secretaría Distrital de Ambiente, el IDPAC y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con competencias en ordenamiento, control ambiental y desarrollo rural.

En el sector privado, se destacan asociaciones de propietarios, fondos y empresas con presencia en la zona, mientras que el sector académico y de investigación incluye universidades como la Nacional, Javeriana y Distrital, y centros como el Instituto Humboldt, que han desarrollado investigaciones y procesos de acompañamiento técnico en el territorio.

El PMA reconoce la existencia de una fuerte dinámica organizativa y comunitaria, que ha dado lugar a procesos sociales relevantes como la Red Popular Ambiental de Territorios (REDPAT), los acueductos veredales y las iniciativas agroecológicas de base. Estos actores son clave para la implementación exitosa de proyectos sostenibles en la RFPBOB, ya que promueven formas de habitar y producir que buscan armonizar el bienestar comunitario con la conservación ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

## Ilustración 6. Actores sociales RFPBOB



Fuente: Elaboración propia con base en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

Capacidades técnicas y culturales: La comunidad local evidencia un acervo técnico y cultural basado en la agricultura de montaña, principalmente por cultivos transitorios como papa, frijol y arveja y en el mantenimiento de ganadería de subsistencia. Desde la expedición de la Resolución 463 de 2005, los campesinos han incorporado cultivos bajo invernadero para hortalizas (uchuva, guisantes, orellanas), demostrando su capacidad de

adaptación tecnológica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Como ocurre en gran parte de Latinoamérica, “los pequeños agricultores tienen a su cargo la producción de la mayor parte de los alimentos que se consumen en los países en desarrollo” (Guerrero Robayo, 2024). Este rol que se traduce para este caso en el abastecimiento de Bogotá y municipios vecinos. Según el Plan de Manejo Ambiental (actividad 1.2.3.12), la actividad agrícola ocupa el 0.07%, la ganadería ocupa el 14.51 % de la reserva, mientras que los sistemas agroforestales concentran solo el 0.29 % (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016), lo que indica tanto la relevancia de la producción pecuaria como la incipiente integración de arreglos silvopastoriles y silvoagrícolas. Estas cifras reflejan una comunidad con sólidas competencias tradicionales, pero que requiere fortalecer sus capacidades técnicas, organizativas y de acceso a asistencia para diversificar y consolidar opciones productivas sostenibles.

Infraestructura y logística: Según el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la CAR (2016), la RFPBOB enfrenta desafíos significativos para el desarrollo de alternativas agrosostenibles:

- Vías sin pavimentar que dificultan el transporte de productos, sobre todo en época de lluvias.
- Acceso limitado a servicios públicos (energía y agua potable), lo cual restringe la capacidad productiva de las fincas.
- Falta de centros de acopio y escasa infraestructura de almacenamiento, que genera pérdidas postcosecha y complica la comercialización.
- Deficiente conectividad a telefonía móvil e internet, que aísla a las comunidades y limita su acceso a información y mercados digitales.

Sin embargo, su ubicación en Bogotá ofrece una ventaja competitiva al reducir costos de transporte de insumos y permitir el suministro rápido de materiales para sistemas como el forraje verde hidropónico, además de facilitar la venta de excedentes en ferias campesinas y circuitos cortos de mercado impulsados por el Distrito. Esta cercanía obliga, eso sí, a cumplir rigurosos estándares urbanos de sanidad y control ambiental, y a competir con productos masivos de otras regiones, lo que subraya la necesidad de diferenciarse mediante prácticas sostenibles de proximidad. Un proyecto agrosostenible bien articulado

podría capitalizar las políticas de integración campo–ciudad de Bogotá como el poder participar en mercados campesinos o ferias de negocios verdes.

### **Restricciones Ambientales y Normativas en la RFP Bosque Oriental de Bogotá**

La RFPBOB está regida por un marco normativo de alta rigurosidad, orientada a la preservación de los ecosistemas estratégicos y la protección de los servicios ambientales que proveen a la ciudad y la región. La Resolución 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que adopta el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la reserva, establece una zonificación funcional que delimita áreas de preservación, restauración, recuperación ambiental, uso sostenible y uso público, cada una con restricciones específicas sobre el uso del suelo y las actividades permitidas. En las zonas de preservación y restauración, la normativa prohíbe expresamente la apertura de nuevas áreas agropecuarias, la construcción de infraestructuras permanentes y la ampliación de las existentes, así como la introducción de especies exóticas y el uso de agroquímicos. Las actividades productivas solo se autorizan en pequeña escala y bajo estrictos criterios de sostenibilidad, priorizando la subsistencia familiar y la conservación de la cobertura vegetal nativa. Además, la informalidad en la tenencia de la tierra y la ausencia de títulos formales dificultan la obtención de permisos y la regularización de actividades productivas, lo que incrementa la vulnerabilidad jurídica de los habitantes. Este entramado normativo, aunque esencial para la protección ambiental, representa una barrera significativa para el desarrollo de proyectos agropecuarios convencionales, exigiendo la formulación de alternativas productivas de bajo impacto, reversibles y plenamente compatibles con los objetivos de conservación definidos por la autoridad ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

### **Contraste entre la Situación Económica Sectorial y las Limitaciones Ambientales**

Existe una tensión estructural entre la dinámica expansiva del sector agropecuario y el régimen de restricción ambiental vigente en la RFPBOB. Mientras las políticas nacionales y distritales promueven la producción sostenible, la economía campesina y la integración campo-ciudad, la normativa local prioriza la conservación estricta, limitando la escalada y el tipo de actividades permitidas. Esta paradoja ha generado procesos de exclusión socioeconómica y migración, así como la percepción de la normativa ambiental como un

obstáculo al desarrollo local (Guerrero Robayo, 2024). Sin embargo, la tendencia actual en la gestión de áreas protegidas apunta hacia modelos de desarrollo sostenible que integran la permanencia de las comunidades como actores clave en la conservación, promoviendo proyectos piloto de producción agroecológica, pagos por servicios ambientales y esquemas de gobernanza participativa.

### **Oportunidades del Modelo Agro-sostenible Propuesto (Pollos en Módulos Móviles + FVH en Invernadero)**

El modelo propuesto, basado en módulos móviles de cría avícola y producción de FVH, presenta ventajas diferenciales para la gestión sostenible en contextos de alta sensibilidad ambiental. Su diseño modular minimiza la intervención sobre el suelo, facilita la regeneración natural y reduce la presión sobre los ecosistemas. La integración de FVH optimiza el uso de recursos, disminuye la dependencia de insumos externos y mejora la resiliencia productiva (Corporación colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA, 2024). El enfoque de autoconsumo y la escala familiar facilitan el cumplimiento de la normativa, al tiempo que mejoran la seguridad alimentaria y la economía local.

La articulación con circuitos cortos de comercialización y programas de compras públicas abre oportunidades para la generación de ingresos complementarios y la valorización de productos diferenciados. El carácter replicable y demostrativo del modelo favorece la apropiación comunitaria, la transferencia de conocimiento y la construcción de redes de cooperación, elementos clave para la consolidación de una economía campesina resiliente y ambientalmente responsable. La articulación con programas de educación ambiental, restauración participativa y pagos por servicios ecosistémicos puede potenciar su impacto y facilitar su inserción en la estrategia de desarrollo rural sostenible de Bogotá Ciudad-Región.

## **Análisis PESTEL**

### *Político*

El desarrollo de modelos agro-sostenibles en la RFPBOB se encuentra respaldado por una estructura política que promueve la ruralidad sostenible y la conservación ecológica. A nivel distrital, instrumentos como la Política Pública de Ruralidad (Decreto 327 de 2021) y el Plan de Desarrollo Distrital 2024–2027 "Bogotá Camina Segura" refuerzan la producción agroecológica, la consolidación de circuitos cortos de comercialización y la permanencia del campesinado en zonas rurales (Secretaría Distrital de Planeación, 2024). En el ámbito nacional, la Ley 99 de 1993, el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 1766 de 2016 permiten el desarrollo de actividades agropecuarias sostenibles en áreas protegidas, siempre que se ajusten a los lineamientos del PMA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2016)

### *Económico*

La ruralidad de Bogotá representa menos del 1% de la población distrital, pero alberga oportunidades significativas para esquemas productivos sostenibles. Aunque el aporte agropecuario al PIB distrital es mínimo (0.006%) (Secretaría de Planeación Bogotá, 2023), la inversión pública prevista en el Plan Operativo Anual de Inversiones 2025, que supera los \$26 mil millones de pesos, orienta recursos a iniciativas de agricultura sostenible, restauración y comercialización (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2025). Sin embargo, persisten limitantes como la baja asociatividad, el acceso limitado a servicios financieros y la informalidad productiva (Secretaría de Planeación Bogotá, 2023). La economía campesina, apoyada en la diversificación, el autoconsumo y el trabajo comunitario, se configura como una base resiliente para el desarrollo agro-sostenible (Secretaría de Planeación Bogotá, 2023).

### *Social*

El entorno social en la RFPBOB presenta un panorama diverso. De acuerdo con lo indicado en el PMA de la CAR, se menciona que mientras localidades como Chapinero y Usme

conservan una identidad campesina robusta, sectores de Usaquén y San Cristóbal muestran una ruralidad con rasgos urbanos. Las organizaciones sociales, como la Mesa Cerros Orientales y la Red Popular Ambiental, fortalecen el tejido comunitario y favorecen la participación en procesos de gobernanza ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). No obstante, la brecha educativa con altas tasas de analfabetismo en localidades como Santa Fe limita la apropiación de tecnologías sostenibles y la formulación de proyectos productivos. Las tensiones normativas también generan desafíos, al restringir prácticas campesinas tradicionales, lo que ha llevado a propuestas como la de declarar la RFPBOB como "reserva campesina" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

### *Tecnológico*

La incorporación de tecnologías limpias y apropiadas es clave para la sostenibilidad del modelo. Prácticas como la labranza mínima, los cultivos de cobertura y los sistemas agroforestales han demostrado su efectividad en reducir la erosión y mejorar la productividad (Organización de las Naciones Unidas, 2014). Estas técnicas, cuando se implementan mediante procesos participativos, permiten integrar el conocimiento ancestral campesino con innovaciones contemporáneas. Tecnologías de trazabilidad, almacenamiento y monitoreo también contribuyen a la consolidación de mercados diferenciados para productos sostenibles.

### *Ambiental*

La RFPBOB constituye una pieza clave de la estructura ecológica principal de Bogotá. Su papel en la regulación hídrica, la biodiversidad y la captura de carbono requiere que cualquier intervención se ajuste al PMA adoptado mediante Resolución 1766 de 2016. Este plan establece zonificaciones y restricciones estrictas que permiten únicamente actividades de bajo impacto en zonas específicas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Los modelos agro-sostenibles deben enmarcarse en la conservación productiva, orientados a restaurar coberturas nativas y mantener los servicios ecosistémicos.

## *Legal*

El marco normativo que regula la RFPBOB es riguroso y jerarquizado. Normas como el Decreto 2811 de 1974, la Ley 388 de 1997, y el Decreto 1076 de 2015 delimitan competencias y condiciones para el uso del suelo en áreas protegidas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). La Resolución 1766 de 2016 de la CAR constituye el instrumento rector para la implementación del PMA, que define zonas, usos y restricciones. Toda iniciativa productiva debe contar con autorización de la autoridad ambiental y ajustarse a los lineamientos del PMA, incluyendo el respeto por los límites de uso, la zonificación interna y la regulación de actividades permitidas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

## **Estudio de Mercado**

### *Análisis de entrevistas a Expertos sobre la Viabilidad del Modelo Agro-Sostenible*

Este estudio responde a una metodología orientada a recopilar información comparable y objetiva. Para ello, se aplicaron entrevistas estructuradas a cuatro profesionales con reconocida trayectoria en el área ambiental; si bien se trata de una muestra reducida, su selección respondió a un criterio de experticia técnica y conocimiento directo del contexto de análisis, lo que la hace significativa para los fines del estudio. La muestra incluyó a un referente ambiental de la Alcaldía Local de Santa Fe, con más de cinco años de experiencia en la formulación de proyectos para la ruralidad, y a tres funcionarios de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR): dos de ellos adscritos al área de evaluación de permisos y viabilidad de proyectos en la RFPBOB, y un director operativo de la Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental (DESCA). La trayectoria institucional de los entrevistados, sumada a su conocimiento técnico y territorial, permite sustentar que los datos obtenidos a través de sus aportes poseen validez, pertinencia y confiabilidad frente a los objetivos planteados en esta investigación.

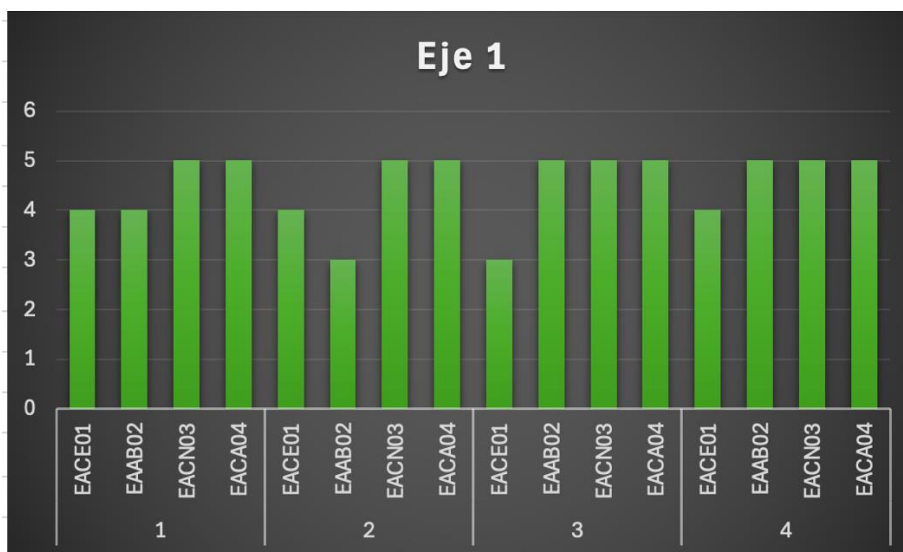
La entrevista fue diseñada con una estructura de preguntas cerradas, organizadas en tres ejes temáticos: (1) Viabilidad Operativa, (2) Aspectos Regulatorios y Legales, y (3) Percepción General. Se utilizaron escalas tipo Likert (1 a 5) y preguntas de selección

múltiple, lo cual permitió la recolección de datos cuantitativos relevantes para el análisis estadístico del estudio de mercado. Este diseño metodológico, alineado con el enfoque cuantitativo de la investigación, facilitó la comparación de respuestas y el cálculo de indicadores de tendencia y dispersión. Adicionalmente, se incorporaron observaciones cualitativas que enriquecen la interpretación de los resultados.

A continuación, se presentan los principales hallazgos desagregados por cada uno de los ejes temáticos evaluados.

### Eje 1: Viabilidad operativa

**Ilustración 7. Calificaciones otorgadas para la viabilidad operativa**



Fuente: Elaboración propia basada en las entrevistas realizadas a expertos en desarrollo sostenible, 2025.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de medición en el primer eje temático permiten evidenciar una percepción positiva generalizada frente a la viabilidad operativa del modelo agro-sostenible propuesto. Este eje abordó cuatro dimensiones clave: factibilidad técnica, capacidad de gestión local, adecuación de la escala del proyecto y sinergia de los componentes productivos.

La pregunta sobre factibilidad técnica obtuvo un promedio de 4.5 sobre 5, lo que indica que los profesionales entrevistados consideran que el modelo puede ser implementado sin limitaciones estructurales significativas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y logísticas propias de la RFPBOB.

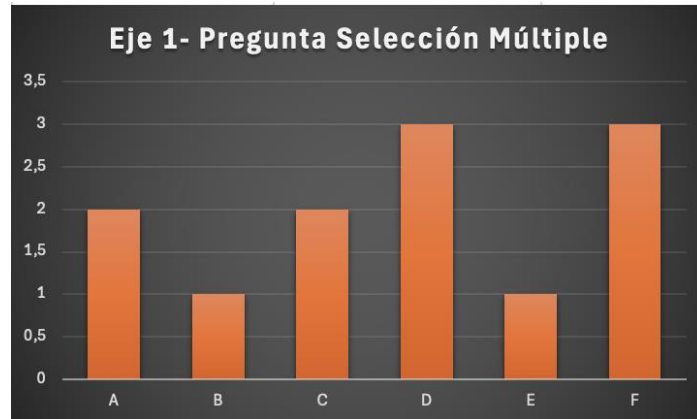
En cuanto a la capacidad de gestión local, se alcanzó un promedio de 4.0. Aunque se mantiene en un nivel alto, algunos entrevistados manifestaron reservas relacionadas con la necesidad de reforzar procesos de capacitación en las comunidades campesinas para garantizar una apropiación efectiva del sistema.

El criterio sobre la escala del proyecto registró una media de 4.5. Esta valoración refleja consenso técnico en cuanto a que el área propuesta (100 m<sup>2</sup>) permite alcanzar beneficios productivos significativos, tanto para autoconsumo como para la generación de ingresos complementarios.

La dimensión que obtuvo la calificación más alta fue la relacionada con la sinergia entre los componentes (hidroponía y avicultura móvil), con un promedio de 4.75. Esta puntuación sugiere que la articulación de ambos sistemas es percibida como altamente eficiente en términos de aprovechamiento de recursos y sostenibilidad operativa.

En conjunto, el promedio general del eje fue de 4.44. Esta valoración, sustentada por profesionales con experiencia directa en la formulación, evaluación y seguimiento de proyectos ambientales en áreas rurales protegidas, respalda técnicamente la viabilidad operativa del modelo propuesto. La información cuantitativa, complementada con observaciones cualitativas específicas, robustece el enfoque metodológico del estudio y aporta elementos clave para la toma de decisiones futuras en escenarios similares.

### Ilustración 8. Calificaciones otorgadas para la viabilidad operativa



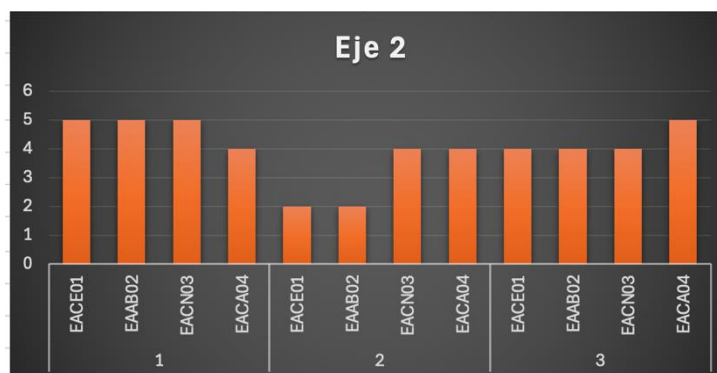
Fuente: Elaboración propia basada en las entrevistas realizadas a expertos en desarrollo sostenible, 2025.

En relación con los desafíos operativos identificados dentro del Eje 1, la gráfica anterior muestra que los factores más frecuentemente mencionados por los expertos fueron los costos económicos (inversión inicial y mantenimiento) y el ítem "otro factor", ambos seleccionados por tres de los cuatro entrevistados. El primero refleja una preocupación transversal sobre la sostenibilidad financiera del modelo, mientras que el segundo concentró observaciones cualitativas relacionadas con el manejo del sistema hidropónico y los retos de participación comunitaria.

En segundo orden, el abastecimiento de agua y la necesidad de capacitación técnica también fueron señalados por la mitad de los entrevistados, lo cual subraya la importancia de asegurar condiciones adecuadas de infraestructura y formación para operar el modelo agro-sostenible. En contraste, aspectos como la protección de las aves frente a factores externos y la disponibilidad de insumos y energía fueron considerados menos críticos, siendo mencionados por un solo entrevistado cada uno.

Eje 2: Aspectos Regulatorios y Legales

**Ilustración 9. Calificaciones promedio sobre viabilidad regulatoria y legal**



Fuente: Elaboración propia basada en las entrevistas realizadas a expertos en desarrollo sostenible, 2025.

Este eje evaluó la percepción de los profesionales frente al cumplimiento normativo, la facilidad para gestionar permisos y el respaldo institucional hacia proyectos agro-sostenibles en la RFPBOB. Los resultados fueron analizados a partir de escalas tipo Likert, permitiendo construir promedios comparables.

- Cumplimiento normativo: Esta variable obtuvo una media de 4.75, con tres de los cuatro expertos otorgando la máxima calificación. Esto indica una alta percepción de alineación del modelo propuesto con los lineamientos ambientales y de uso del suelo definidos para la RFPBOB, en particular con el PMA. Esta validación es relevante, considerando que dos de los entrevistados pertenecen al área técnica de la CAR encargada de emitir los conceptos de viabilidad para proyectos en zonas protegidas.
- Facilidad de permisos: Este ítem obtuvo un promedio de 3.0, siendo el más bajo del eje. Dos entrevistados calificaron con 2, lo que refleja que persisten percepciones de dificultad respecto a la obtención de autorizaciones para la implementación del proyecto. Este hallazgo es consistente con antecedentes en zonas con alta carga normativa como la RFPBOB, donde los trámites pueden volverse complejos y prolongados debido a las restricciones asociadas al uso del suelo, los permisos ambientales especiales y la zonificación.

- Apoyo institucional: Con una media de 4.25, los participantes consideran en general que hay disposición favorable por parte de las autoridades ambientales para respaldar este tipo de iniciativas. Esto puede estar relacionado con la inclusión del enfoque agro-sostenible dentro de políticas públicas distritales que buscan alternativas de subsistencia compatibles con la conservación.

Los resultados muestran que, desde la perspectiva regulatoria, el modelo agro-sostenible tiene un respaldo normativo sólido y cuenta con potencial apoyo institucional. No obstante, se identifica como aspecto crítico la tramitología y los tiempos asociados a los permisos, lo que puede constituir una barrera operativa. Este hallazgo sugiere que, para la implementación exitosa del modelo, sería recomendable gestionar un acompañamiento interinstitucional y anticipar los requerimientos técnicos desde las primeras etapas del diseño del proyecto.

#### Ilustración 10. Calificaciones promedio sobre viabilidad regulatoria y legal



Fuente: Elaboración propia basada en las entrevistas realizadas a expertos en desarrollo sostenible, 2025.

En cuanto a los resultados obtenidos de la pregunta de selección múltiple del Eje 2, se identificaron diversos factores que los profesionales consideraron como obstáculos críticos para la implementación de la alternativa. La categoría con mayor número de menciones fue "Permisos especiales de la CAR", seleccionada por todos los entrevistados, lo cual

evidencia una preocupación común frente a la necesidad de autorizaciones explícitas para proyectos de subsistencia en zona de reserva.

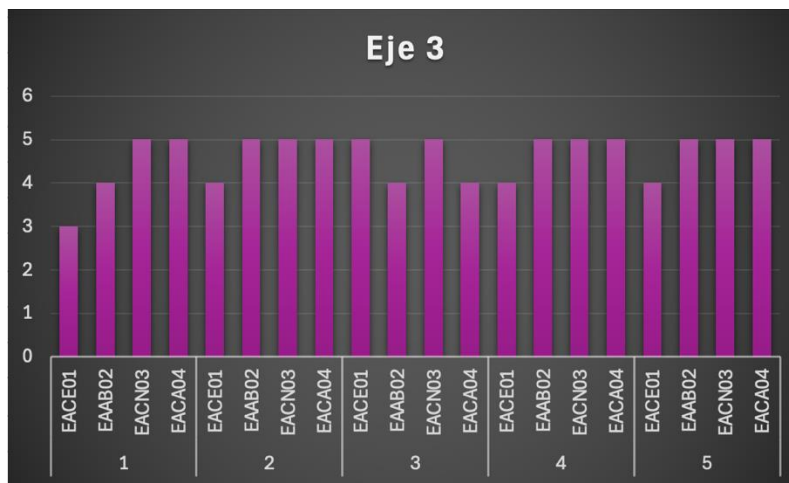
A esta le siguieron "Zonificación ambiental" y "Normativas sanitarias o agropecuarias", con dos menciones cada una. Esto sugiere que, además del trámite de permisos, los criterios técnicos definidos en la zonificación del territorio y las regulaciones sobre la producción animal o vegetal representan barreras significativas.

Los ítems de "Licencias ambientales formales", "Restricciones sobre infraestructura" y "Otro aspecto" obtuvieron una mención cada uno. En este último, uno de los participantes advirtió que, aunque un predio esté ubicado en una zona de uso sostenible, si se encuentra dentro de una ronda hídrica, la CAR no otorga aval para el desarrollo de actividades productivas.

Este análisis permite concluir que existe consenso entre los expertos sobre la necesidad de fortalecer la articulación normativa y aclarar procedimientos de viabilidad, especialmente en contextos donde las restricciones ambientales son elevadas. El diseño y ejecución del proyecto agro-sostenible deberá considerar cuidadosamente estos factores para garantizar su viabilidad jurídica y operativa.

### Eje 3: Percepción general

**Ilustración 11. Calificaciones promedio sobre Percepción general**



Fuente: Elaboración propia basada en las entrevistas realizadas a expertos en desarrollo sostenible, 2025.

Este eje evaluó la percepción de los entrevistados sobre los impactos del modelo agro-sostenible en aspectos ambientales, sociales, culturales, económicos y su viabilidad general. Los resultados cuantitativos reflejan una valoración altamente positiva:

- Las preguntas 2, 4 y 5 ("Impacto social", "Impacto económico" y "Apreciación global") alcanzaron la calificación promedio más alta con 4.75, lo que indica un consenso sólido sobre el potencial del modelo para generar beneficios sostenibles en la comunidad, tanto a nivel de subsistencia como en términos de ingresos adicionales y replicabilidad.
- En la pregunta 3 ("Compatibilidad cultural") y la pregunta 1 ("Impacto ambiental"), los promedios fueron de 4.5 y 4.25 respectivamente, lo cual reafirma la percepción favorable hacia la implementación de la propuesta, aunque con ciertas consideraciones técnicas que podrían estar influenciadas por experiencias previas de los entrevistados en la zona.

Particularmente relevante fue la observación aportada por uno de los profesionales en la primera pregunta, quien señaló que "la alternativa agro-sostenible fue planteada como una forma de sustitución de actividades agropecuarias convencionales que generan mayores impactos ambientales, como la ganadería extensiva". En esta línea, destacó que "iniciativas de menor impacto, como las gallinas, ocupan menos espacio y reducen significativamente la presión sobre los ecosistemas, al tiempo que ofrecen oportunidades productivas sostenibles para las comunidades".

Esta reflexión refuerza el enfoque estratégico de la propuesta, al subrayar que no se trata únicamente de viabilidad técnica, sino también de una transición ecológica pertinente. La sustitución de prácticas de mayor impacto por otras compatibles con los lineamientos del PMA de la RFPBOB contribuye a su sostenibilidad a largo plazo, especialmente en un contexto donde la presión sobre los ecosistemas es una variable crítica.

En cuanto a la percepción general de alternativa las observaciones de los cuatro profesionales entrevistados refuerzan la viabilidad del modelo agro-sostenible propuesto

para la RFPBOB, destacando su coherencia con la zonificación de uso sostenible y su potencial para fortalecer la economía campesina sin comprometer los objetivos de conservación. Se señala como aspecto crítico la necesidad de profundizar en el componente hidropónico, debido a sus mayores exigencias técnicas y económicas. En general, se reconoce que esta alternativa puede mitigar las restricciones históricas impuestas a la ruralidad en los Cerros Orientales, generando beneficios sociales, ambientales y productivos. Se recomienda avanzar hacia una evaluación técnica y financiera detallada que garantice su sostenibilidad operativa.

#### *Identificación de Nichos de Mercado Potencial*

- Consumidores locales que priorizan productos de origen agroecológico y de cercanía: Este segmento incluye hogares urbanos que participan en mercados campesinos, ferias locales y circuitos cortos de comercialización. Valoran productos frescos, sanos y con trazabilidad social y ambiental. La cercanía geográfica de la RFPBOB con Bogotá facilita el acceso a este nicho, minimizando los costos logísticos y fortaleciendo la economía regional.
- Programas institucionales de compras públicas locales: Iniciativas distritales como los comedores escolares, hospitales y programas de abastecimiento para poblaciones vulnerables, impulsadas por políticas de desarrollo rural y soberanía alimentaria, representan un canal de venta estable y con demanda creciente de productos agroecológicos producidos por pequeños productores.
- Consumidores interesados en bienestar animal y productos sin antibióticos: El sistema de cría rotacional de pollos de engorde en módulos móviles permite ofrecer productos avícolas con atributos diferenciadores como manejo libre de jaula, uso de forraje natural y reducción de antibióticos, características valoradas por consumidores con conciencia ambiental y de salud.
- Mercados de hortalizas frescas y aromáticas: La producción hidropónica de hortalizas de ciclo corto en pequeños invernaderos permite abastecer nichos urbanos con alta rotación, como tiendas especializadas, restaurantes saludables y redes de consumo agroecológico, que demandan productos cultivados sin agroquímicos y en condiciones controladas.

- Proyectos educativos y ambientales: El modelo agro-sostenible tiene potencial como herramienta pedagógica en instituciones educativas y centros de investigación, siendo un ejemplo práctico de integración entre producción y conservación, especialmente en contextos de formación ambiental y rural

## **Estudio Técnico**

La RFPBOB, conocida también como los Cerros Orientales, conforma el corredor ecológico más relevante de la región, con aproximadamente 14 000 Ha que alimentan más de 130 quebradas y manantiales. Su gradiente altitudinal de 2575 y 3575 msnm conecta ecosistemas andinos y de páramo, garantizando la conectividad con los parques nacionales de Chingaza y Sumapaz (Secretaría Distrital de Ambiente, 2025). Alrededor del 64 % de su superficie está cubierta por vegetación nativa; bosques altoandinos, matorrales y pastizales de páramo, lo que le confiere una alta biodiversidad y una función hídrica esencial para Bogotá (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Desde 1976, esta riqueza natural ha sido protegida bajo estrictas figuras legales, reconociéndose como patrimonio ecológico de la ciudad y la nación.

Paralelamente, en la RFPBOB habitan comunidades campesinas en veredas ubicadas en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal y Usme, que históricamente han practicado agricultura de subsistencia y ganadería menor. No obstante, la creciente normativa ambiental, especialmente tras la adopción del PMA ha impuesto severas restricciones al uso del suelo, generando tensiones con su modo de vida local y, según Guerrero Robayo (2024), ha operado “en contravía del que hacer y la calidad de vida del campesino” (p. 1). Este escenario subraya la urgencia de reconciliar la protección ecológica con el desarrollo socioeconómico de las comunidades, mediante modelos agropecuarios innovadores y de bajo impacto que respeten la reserva y fortalezcan el bienestar rural.

El PMA de la RFPBOB, adoptado mediante la Resolución 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, define la zonificación y reglas de uso del territorio

protegido. En cumplimiento de una Sentencia de la Corte Constitucional, el PMA establece categorías de uso con distintos niveles de restricción; preservación, restauración, uso sostenible, uso público y recuperación ambiental, junto con las actividades permitidas, condicionadas y prohibidas en cada una (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). La zonificación resultante está orientada ante todo a evitar la alteración, degradación o transformación de los ecosistemas por actividad humana (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016), privilegiando la conservación de la biodiversidad y el paisaje.

A continuación, se sintetizan las cinco zonas definidas por el PMA y sus usos permitidos, según la Resolución 1766 de 2016, Artículo 6:

**Tabla 4. Zonificación establecida para la reserva forestal protectora Bosque Oriental de Bogotá**

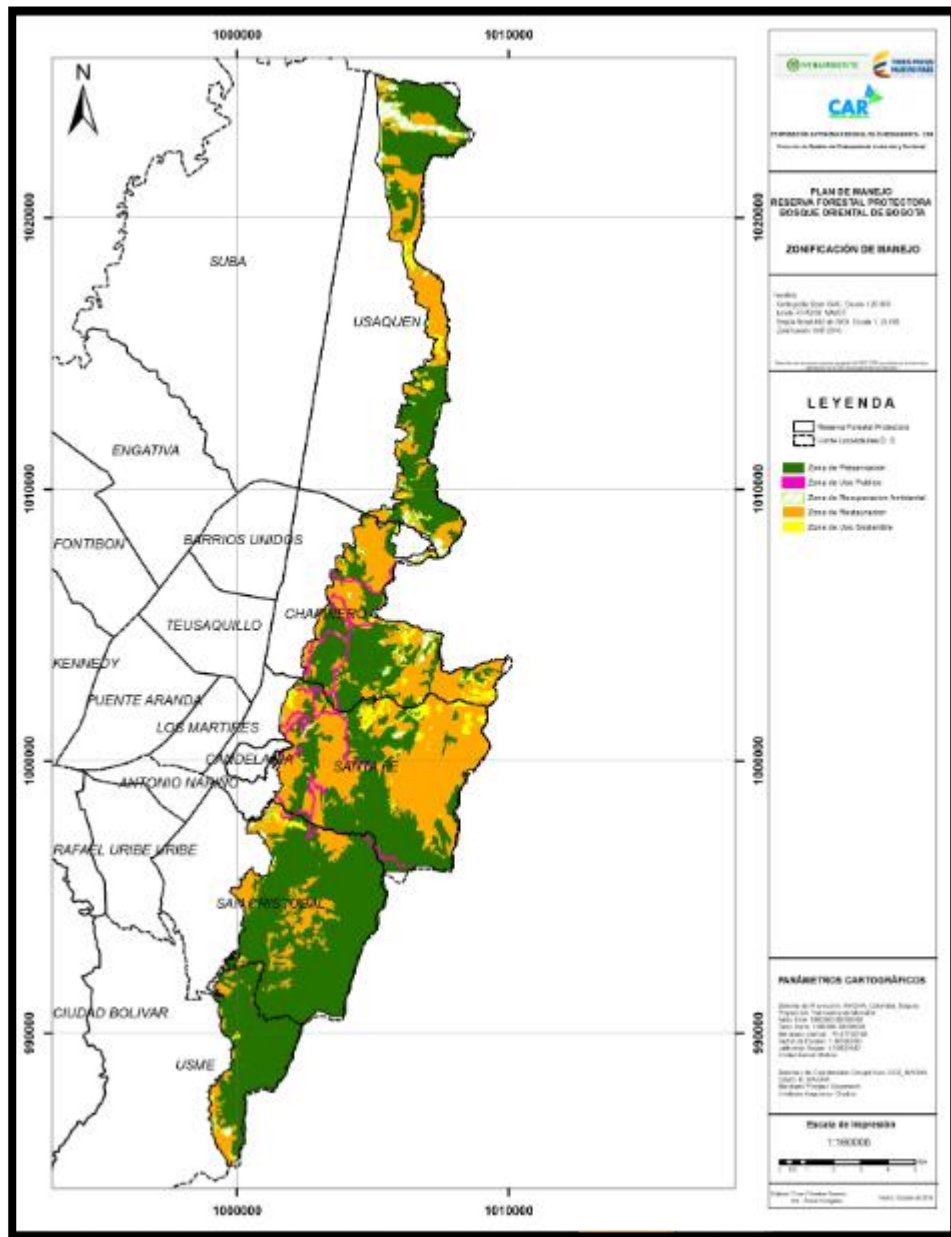
<b>ZONAS AMBIENTALES SEGÚN RESOLUCIÓN 1766/2016</b>	<b>ACTIVIDADES PERMITIDAS</b>	<b>ACTIVIDADES CONDICIONADAS</b>
<b>ZONA DE PRESERVACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal protector</li> <li>• Protección de la biodiversidad y del paisaje</li> <li>• Investigación científica</li> <li>• Monitoreo ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de los frutos secundarios del bosque que no implique la tala ni la afectación de la estructura y función de los ecosistemas.</li> <li>• Educación ambiental.</li> <li>• Recreación pasiva.</li> <li>• Sustitución y aprovechamiento de especies exóticas e invasoras.</li> <li>• Restauración ecológica.</li> <li>• Desarrollo, adecuación y mantenimiento de senderos.</li> </ul>

<p><b>ZONA DE RESTAURACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal protector.</li> <li>• Investigación científica.</li> <li>• Monitoreo ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación ambiental.</li> <li>• Recreación pasiva.</li> <li>• Establecimiento de instalaciones mínimas para la producción de material vegetal.</li> <li>• Sustitución y aprovechamiento de especies exóticas.</li> <li>• Restauración ecológica.</li> <li>• Desarrollo, adecuación y mantenimiento de senderos.</li> </ul>
<p><b>ZONA DE USO SOSTENIBLE</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal protector.</li> <li>• Investigación científica.</li> <li>• Monitoreo ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación ambiental.</li> <li>• Recreación pasiva.</li> <li>• Aprovechamiento de los frutos secundarios del bosque que no implique la tala ni la afectación de la estructura y función de los ecosistemas.</li> <li>• Restauración ecológica.</li> <li>• Sustitución y aprovechamiento de especies exóticas e invasoras.</li> <li>• Actividades agropecuarias, en el marco de la economía campesina, sujetas a procesos de reconversión.</li> <li>• Establecimiento de Instalaciones mínimas para la producción de material vegetal.</li> <li>• Establecimiento de instalaciones mínimas asociadas al desarrollo de actividades productivas</li> </ul>

		<p>agropecuarias, en el marco de la economía campesina, sujetas a procesos de reconversión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo, adecuación y mantenimiento de senderos.</li> </ul>
<b>ZONA DE USO PÚBLICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal protector.</li> <li>• Investigación científica.</li> <li>• Monitoreo ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recreación pasiva.</li> <li>• Educación ambiental.</li> <li>• Restauración ecológica.</li> <li>• Sustitución y aprovechamiento de especies exóticas e invasoras.</li> <li>• Establecimiento de instalaciones mínimas para la administración de la reserva.</li> <li>• Desarrollo, adecuación y mantenimiento de senderos.</li> </ul>
<b>ZONA DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL</b>	<p>Esta corresponde a las zonas destinadas a la recuperación y mantenimiento del efecto protector de la reserva forestal dentro de áreas que han sido alteradas por el desarrollo de viviendas rurales semiconcentradas y/o dispersas o de edificaciones de uso dotacional, generando procesos de fragmentación y deterioro de coberturas naturales. La zona está conformada, tanto por las áreas establecidas como zona de recuperación ambiental en la Resolución 463 de 2005, así como aquellas viviendas rurales semiconcentradas y dispersas; edificaciones de uso dotacional, residencial, comercial y de servicios; e instalaciones educativas, de seguridad y religiosas, construidas con anterioridad al año 2005.</p>	

Fuente: Información tomada de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2016).

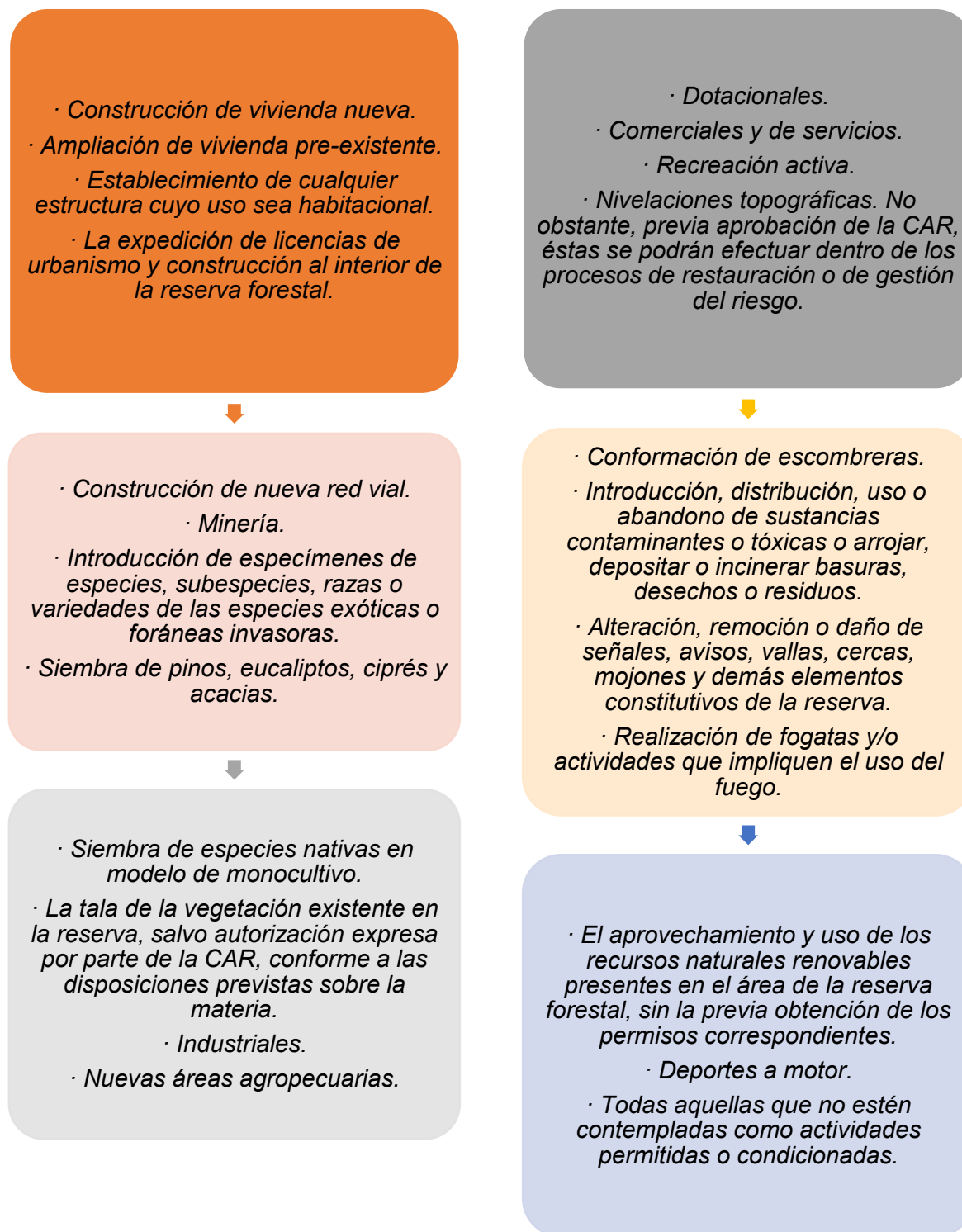
**Tabla 5. Zonificación de manejo ambiental**



Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016.

En coherencia con estas definiciones, el PMA estipula usos específicos permitidos y condicionados por zona, a la vez que detalla un listado de usos prohibidos de manera general en toda la reserva. Según el Artículo 9º de la Resolución 1766, están prohibidas en la RFPBOB, entre otras, las siguientes actividades:

## Ilustración 12. Actividades Prohibidas en la RFPBOB



Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016.

Como se evidencia, el marco normativo vigente impone un alto nivel de protección sobre la RFPBOB, restringiendo severamente las intervenciones humanas. Las únicas actividades toleradas son aquellas de bajo impacto, orientadas a la conservación, investigación, educación ambiental o subsistencia controlada de las comunidades, siempre que no comprometan la integridad de los ecosistemas.

El Plan de Manejo asigna la gran mayoría del territorio de la reserva a las zonas de Preservación y Restauración, que conllevan los mayores niveles de restricción. De hecho, más del 92% del área total quedó bajo estas dos categorías de manejo estrictas. En contraste, menos del 8% se reparte entre la zona de Uso Sostenible, la de Uso Público y la de Recuperación Ambiental, donde se permite algún grado de actividad antrópica controlada. La Tabla 6 resume la distribución porcentual aproximada de cada zona:

**Tabla 6. Distribución aproximada de la zonificación ambiental en la RFPBOB (Plan de Manejo 2016).**

<b>Zona</b>	<b>Área Ha</b>	<b>%</b>
Preservación	7 497.99	57.05
Restauración	4 682.89	35.63
Uso Sostenible	449.82	3.42
General De Uso Público	91.91	0.69
Recuperación Ambiental	419.41	3.19
<b>Total</b>	<b>13 142.02</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016.

Como puede observarse, cerca de dos tercios de la reserva son intocables bajo la figura de Preservación, y casi un tercio adicional corresponde a áreas degradadas en proceso de Restauración ecológica. En tales zonas, la directriz es evitar cualquier actividad diferente a la protección o recuperación de la cobertura vegetal (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Las únicas intervenciones admisibles son estudios científicos, control de especies invasoras, siembras para restauración y actividades pedagógicas, todas de alcance muy limitado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Esto implica que las opciones productivas convencionales, particularmente la agricultura y ganadería tradicional de las comunidades residentes, quedan sumamente restringidas.

Es preciso resaltar que la zonificación del PMA no destina áreas significativas a usos agropecuarios intensivos: las zonas de Uso Sostenible, de extensión reducida, están

específicamente orientadas a procesos de reconversión hacia sistemas agroforestales y silvopastoriles, mientras que la Zona de Recuperación Ambiental, que cubre apenas el 3.19 % del territorio, corresponde a predios rurales intervenidos cuyo carácter productivo debe ceder paulatinamente al restablecimiento de la cobertura natural. Por ello, cualquier forma de producción que implique infraestructura fija, como cultivos a cielo abierto, ganadería extensiva o alteración sustancial del suelo resulta incompatible con las normas de manejo de la reserva. En este marco estricto, las comunidades campesinas de los Cerros Orientales enfrentan el reto de desarrollar alternativas de sustento que minimicen su huella ecológica, prescindan de la remoción de cobertura vegetal y la ejecución de obras permanentes, y contribuyan activamente a los objetivos de conservación.

Adicionalmente, el PMA establece en su sección 2.5.10 los lineamientos para las actividades condicionadas de la economía campesina: las instalaciones deben contar con la aprobación de la CAR y los permisos correspondientes; su uso se limita a asegurar la subsistencia familiar, no pueden responder a lógicas empresariales; deben construirse con ecomateriales, ocupar máximo 100 m<sup>2</sup>, fortalecer la seguridad alimentaria de la familia, integrarse paisajísticamente utilizando cercas vivas, setos, fachadas verdes y situarse en puntos de baja visibilidad; y bajo ninguna circunstancia admiten estructuras duras permanentes.

En consecuencia, toda iniciativa productiva viable en la RFPBOB debe diseñarse bajo estos criterios de mínimo impacto, alta reversibilidad y compatibilidad con los objetivos de conservación, lo que da pie a la propuesta de modelo agro-sostenible que se expone a continuación:

Se plantea implementar un sistema agro-sostenible innovador y de pequeña escala, que combina la cría de aves de corral con la producción hidropónica de forraje y hortalizas, todo dentro de un área menor a 100 m<sup>2</sup>. En esencia, la propuesta consta de: (a) cuatro módulos móviles para la cría de pollos de engorde mediante módulos móviles de 2x2 metros, que permiten una rotación del espacio, mejorando el bienestar animal, minimizando la carga sobre el suelo y facilitando su manejo en contextos de economía campesina, y (b) un pequeño invernadero hidropónico de 4x8 metros, destinado a la producción de forraje verde

hidropónico (como cebada, avena o maíz) para alimentar a los pollos, así como al cultivo de hortalizas de ciclo corto que complementen la seguridad alimentaria de las familias.

- Los módulos avícolas móviles, tal como se ilustran en las visualizaciones del diseño (anexos a este documento), tienen volúmenes ligeros de 2 m × 2 m (4 m<sup>2</sup>) que pueden desplazarse manualmente gracias a un sistema de ruedas integradas a lo largo de la parcela. Su estructura se compone de ecomateriales: un armazón de guadua o madera reforestada, paneles de malla galvanizada y cubiertas livianas tipo policarbonato, todo ello sin necesidad de cimentación fija. Cada módulo aloja pequeñas parvadas de pollos, que se rotan periódicamente de posición para permitir un pastoreo controlado: las aves aportan materia orgánica al suelo y favorecen su aireación sin concentrar el desgaste en un único punto. Al no existir corrales permanentes, se elimina la compactación y erosión local, respetando las restricciones del PMA al considerarse estos módulos como equipamiento temporal.

Además, el diseño modular se integra con los procesos de restauración ecológica: las parvadas pueden ubicarse en claros o rastrojos donde, de manera natural y biológica, controlan malezas y plagas, facilitando la regeneración de la vegetación nativa. Las representaciones en 3D muestran el detalle constructivo de los marcos, la disposición de las mallas y la cubierta inclinada para evacuación de aguas, así como la ergonomía de manejo que permitirá a las familias campesinas montar, trasladar y desmontar cada unidad con facilidad. De este modo, el sistema cumple simultáneamente con los objetivos productivos y de conservación, alineándose con los lineamientos ambientales de uso sostenible en la RFPBOB.

- El invernadero hidropónico propuesto de 4 m de ancho por 8 m de largo y una altura aproximada de 3 m se construye con estructura principal en guadua inmunizada y cubierta plástica traslúcida de polietileno agrícola, sin necesidad de cimentaciones fijas ni piso rígido. Su diseño liviano y desmontable permite instalarlo sin modificar de forma permanente el terreno, lo cual es coherente con las restricciones ambientales como las que aplican en zonas donde no se autoriza la expansión de nuevas áreas agrícolas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2016). El sistema interior incorpora módulos verticales o de sustrato inerte para la

producción simultánea de forraje verde como; maíz, cebada, avena germinada, destinado a la alimentación de las aves, y cultivos de hoja o hierbas aromáticas para autoconsumo o comercialización. Esta forma de producción intensiva permite generar alimento vegetal en áreas limitadas, evitando la ocupación de suelo abierto y utilizando de manera eficiente el agua y los nutrientes a través de un sistema cerrado, en el que se recircula la solución nutritiva y se pueden incorporar biofertilizantes derivados de residuos orgánicos. Además, la hidroponía se posiciona como una alternativa sostenible frente a desafíos globales como el cambio climático, la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad asociada a la sobreexplotación de los suelos y los cultivos convencionales. Su capacidad para optimizar el uso de un recurso cada vez más escaso como el agua, junto con la rentabilidad, control y eficiencia en la producción, convierte a los cultivos hidropónicos en una herramienta clave para combatir el hambre y fortalecer la seguridad alimentaria, especialmente en contextos rurales y países en desarrollo (Iberdrola, 2025).

Con el fin de mantener condiciones ambientales estables en el interior, el invernadero incluye un sistema de ventilación pasiva, basado en aberturas laterales y superiores que permiten el intercambio de aire sin requerir equipos eléctricos. En los muros laterales se han previsto ventanas o franjas enrollables de polietileno que pueden abrirse manualmente, permitiendo regular la temperatura interna y controlar el exceso de humedad. Todas las aberturas estarán protegidas con mallas anti-insectos, que actúan como barrera física contra plagas comunes en cultivos bajo cubierta, como pulgones y mosca blanca, sin impedir la circulación del aire (Luis Andrés Polack, 2020). La puerta de acceso, construida en madera o guadua, también incorpora malla o lámina plástica, contribuyendo al aislamiento del sistema frente a vectores biológicos. De ser necesario, se podrá incluir una claraboya, equipada con protección similar, que facilite la salida del aire caliente acumulado en las horas de mayor radiación solar.

El diseño propuesto se puede apreciar en los anexos 15 a 18 y se visualiza en detalle el diseño estructural propuesto para el invernadero de 32 m<sup>2</sup>. Se destaca el uso de un armazón en guadua, material sostenible y de bajo impacto, que soporta una cubierta liviana tipo

invernadero. Esta configuración garantiza buena entrada de luz, resistencia estructural y mínima afectación visual en el paisaje.

Las estructuras internas incluyen dos sistemas diferenciados:

- Bandejas horizontales de sustrato (Anexo 15): dispuestas en (2) estanterías verticales, conectadas a un sistema hidráulico por gravedad, que permite la recirculación de agua y nutrientes. Su diseño modular y apilado optimiza el uso del espacio y facilita el manejo del forraje verde hidropónico.
- Cultivos verticales en canaletas de PVC (Anexo 16): estas estructuras (3) inclinadas aprovechan tubos perforados con retornos hacia un tanque inferior, lo que permite riego en cascada y recuperación del recurso hídrico. Son ideales para hortalizas de ciclo corto como lechuga, espinaca o cilantro.

En el Anexo 17 se ilustra el sistema hidráulico superior, compuesto por un tanque elevado conectado a la red de tuberías que alimenta ambos módulos de cultivo. Esta disposición opera por gravedad y puede automatizarse mediante temporizador, reduciendo el consumo energético y facilitando el manejo del riego.

El montaje general tiene baja visibilidad paisajística y alta eficiencia espacial, lo que lo convierte en una alternativa de fácil instalación y desmontaje. Además, minimiza el impacto ambiental al utilizar ecomateriales y promover la economía circular mediante la reutilización de agua y nutrientes.

El Anexo 24 describe los insumos requeridos para la construcción estructural y el sistema hidráulico, respectivamente. Todo el sistema se ajusta a los lineamientos del PMA para construcciones de 100 m<sup>2</sup>, sin obras permanentes ni estructuras duras, lo que permite su implementación en zonas rurales bajo criterios de sostenibilidad y normatividad vigente.

Para albergar de forma funcional dos subcomponentes productivos que operan bajo técnicas hidropónicas, se considera: de un lado, se encuentra el módulo destinado a la producción de forraje verde hidropónico (FVH), dispuesto en bandejas verticales; del otro, el área dedicada al cultivo de hortalizas de hoja y especies medicinales, mediante un sistema de circulación de solución nutritiva. Esta distribución permite maximizar el

aprovechamiento del espacio disponible (32 m<sup>2</sup>), utilizando estructuras modulares que elevan la superficie cultivable mediante cultivo en vertical, una técnica especialmente adecuada para invernaderos pequeños o con restricciones de suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001). Se deja un pasillo central para acceso y manejo, mientras que a cada lado se instalan los sistemas productivos.

El funcionamiento hidráulico del sistema responde a un esquema de recirculación cerrada, lo que implica que el agua y los nutrientes no se desechan, sino que son constantemente reutilizados. Ambos subcomponentes se alimentan desde un tanque común o, en su defecto, desde depósitos independientes que operan de forma paralela, asegurando el suministro constante de la solución nutritiva. Esta se prepara en un contenedor de polietileno de alta densidad (entre 200 y 500 litros de capacidad), ubicado generalmente en una esquina del invernadero, donde se disuelven los macro y micronutrientes necesarios en proporciones óptimas para los cultivos. Una bomba eléctrica de caudal medio impulsa la solución desde el tanque a través de tuberías principales de PVC/PET hacia los sistemas de cultivo, retornando luego el excedente al mismo tanque por gravedad. Se procura un uso eficiente del agua y nutrientes, sin descargas al exterior, lo que minimiza residuos y contaminación. De hecho, el consumo hídrico del sistema es muy bajo comparado con el riego tradicional: producir 1 kg de materia seca de forraje en hidroponía requiere en promedio 2 a 3 Litros de agua (FAO, 2021), frente a 50 y 75 litros en pasturas a campo abierto (Studies, 2020), gracias a la recirculación y a la eliminación de pérdidas por percolación o escorrentía.

Cada módulo cuenta con una red de distribución independiente ajustada a su naturaleza. En el caso del cultivo de hortalizas y hierbas, se adopta la técnica NFT (*Nutrient Film Technique*), mediante la cual una película delgada de solución circula permanentemente por canaletas dispuestas en varios niveles, permitiendo que las raíces de las plantas absorban los nutrientes de forma directa. Por su parte, el forraje se cultiva sobre bandejas apiladas, las cuales se riegan de forma intermitente mediante un sistema de microaspersión o goteo superficial, controlado manualmente o por temporizador.

El Anexo 24 detalla los insumos técnicos principales requeridos para la operación de ambos sistemas, incluyendo elementos estructurales, hidráulicos y de soporte, adaptados a un enfoque agroecológico y de pequeña escala

A continuación, se presenta la Ilustración 13, donde se aprecia la integración de ambos componentes el invernadero hidropónico y los módulos avícolas móviles dispuestos de forma complementaria sobre una parcela de 100 m<sup>2</sup>. En la imagen también se observa que se ha dejado un espacio libre suficiente entre los módulos para facilitar su rotación periódica, garantizando así el descanso del suelo y evitando la compactación o sobreexplotación de ninguna área.

**Ilustración 133. Vista general del modelo agro-sostenible integrando el invernadero y los módulos avícolas**



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Este diseño modular y replicable atiende los objetivos de economía campesina, autosuficiencia alimentaria y conservación ambiental, al integrar la producción de alimentos con prácticas de restauración ecológica y una huella territorial mínima.

Esta propuesta se fundamenta en maximizar los usos permitidos y condicionados por el PMA, evitando caer en las prohibiciones. En particular, encaja dentro de la figura de Uso Sostenible definida en la zonificación, pues promueve actividades agropecuarias de

tipo agroecológico en armonía con el bosque. El Artículo 6 de la Resolución 1766 autoriza en las zonas de uso sostenible las “actividades económicas campesinas dentro de sistemas agroforestales y silvopastoriles”, justamente, el enfoque que adopta la alternativa propuesta, integrando la crianza animal con la producción vegetal de manera controlada y complementaria.

Varios aspectos técnicos refuerzan la viabilidad normativa de la propuesta: (1) No requieren nuevas construcciones permanentes: ni gallineros fijos ni establos ni galpones con cimentación, con lo cual se respeta la prohibición de erigir infraestructura no autorizada en la reserva. (2) No implica cambio de uso del suelo ni desmonte adicional: el sistema se monta sobre áreas ya intervenidas (por ejemplo, claros existentes, alrededores de viviendas legalmente reconocidas) y, en ningún caso, expande la frontera agropecuaria. (3) Minimiza la generación de residuos y efluentes: al ser un circuito casi cerrado (las deyecciones de las aves se compostan y retornan al invernadero como abono, el agua se recicla), no hay vertimiento de desechos al ambiente que vulnere la norma. (4) Emplea materiales sostenibles y diseños removibles, de modo que, si a futuro la autoridad lo exige, las instalaciones pueden ser retiradas rápidamente, dejando el área apta para restauración sin daños. (5) Contribuye a objetivos del PMA: por un lado, mejora la subsistencia de la comunidad local reduciendo así las presiones socioeconómicas que a veces derivan en usos ilegales de la tierra y, por otro lado, se alinea con programas de rehabilitación ecológica. Las prácticas agroecológicas pueden convertirse en demostraciones vivas de cómo coexistir con el bosque sin degradarlo.

En síntesis, la alternativa técnica propuesta para cría de pollos en módulos móviles y el cultivo hidropónico cumple con los lineamientos normativos al mantenerse dentro del uso sostenible de subsistencia permitido y al no incurrir en ninguna de las actividades prohibidas taxativamente por el PMA. Se trata de una intervención cuidadosamente diseñada para ser ambientalmente amigable, legalmente aceptable y socialmente beneficiosa en el contexto de la RFPBOB.

## **Estudio Organizacional**

El presente estudio organizacional propone la estructura necesaria para implementar y entregar un proyecto agro-sostenible en la ruralidad de Bogotá, centrado en un invernadero

hidropónico destinado a la producción de forraje verde hidropónico (FVH), cultivo de hortalizas de ciclo corto y la cría rotacional de pollos de engorde en módulos móviles. La iniciativa, desarrollada en el marco de la economía campesina y en zona de uso sostenible de la RFPBOB, debe cumplir con las restricciones normativas vigentes. Este estudio describe los elementos humanos, administrativos y operativos necesarios para que el proyecto pueda ser ejecutado, entregado a las comunidades beneficiarias y sostenido en el tiempo bajo un modelo de autogestión campesina.

La entidad ejecutora será de carácter jurídico y sin ánimo de lucro. Sin embargo, las iniciativas también podrán ser ejecutadas por entidades distritales o aquellas con competencia para implementar proyectos agro-sostenibles en áreas rurales, siempre que cuenten con presupuesto asignado para este fin. Asimismo, campesinos interesados podrán postularse para implementar estas iniciativas con recursos propios o mediante créditos.

Un equipo técnico temporal será contratado para validar que los predios propuestos se encuentren dentro de la zona de uso sostenible de la RFPBOB, realizar la gestión de permisos ante la CAR, coordinar la construcción del invernadero, adecuar los módulos móviles, y entregar técnicamente la infraestructura a las familias beneficiarias. Estas, por su parte, asumirán la operación bajo acompañamiento técnico inicial.

El capital inicial será mixto: recursos públicos para instalación y montaje de las unidades productivas, y recursos privados o cooperativos para su mantenimiento y fortalecimiento a largo plazo.

#### *Definición de los interesados y equipo*

La organización interna se establecerá por un equipo reducido con roles claramente definidos. Cada rol tiene funciones específicas, integrándose de forma funcional para cubrir las dos áreas productivas; hidroponía y pollos y las tareas administrativas de soporte. A continuación se describen los perfiles clave requeridos y sus principales responsabilidades:

## Ilustración 14. Organigrama funcional propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2025.

- Equipo técnico ejecutor: Organización jurídica sin ánimo de lucro o entidad distrital con competencias en desarrollo rural sostenible. Asume la responsabilidad legal, administrativa y financiera ante autoridades y aliados. Puede contar con un comité directivo de seguimiento conformado por actores institucionales y comunitarios.
- Coordinador: Responsable de la planeación operativa, asignación de tareas, manejo del cronograma y presupuesto, así como enlace entre comunidad, autoridades ambientales, entidades aliadas y equipo técnico. Garantiza el cumplimiento de los lineamientos del PMA de la RFPBOB.
- Especialista agroambiental: Profesional con formación en agronomía o zootecnia. Diseña y opera el sistema de forraje verde hidropónico (FVH) y el módulo de cría rotacional de pollos. Define protocolos técnicos (densidades, alimentación, bioseguridad) y capacita a los beneficiarios en prácticas agroecológicas integradas.
- Constructor: Técnico con experiencia en carpintería, metalistería o construcción rural sostenible. Encargado de la fabricación y montaje del invernadero hidropónico y de los módulos móviles para aves, empleando materiales ligeros y ecomateriales según las condiciones del terreno y restricciones ambientales de la RFPBOB.

- **facilitador comunitario:** Enlace entre el equipo técnico y la comunidad. Promueve la participación activa, organiza espacios de diálogo y fortalece las capacidades organizativas locales. Idealmente, es una persona del territorio, con liderazgo social y formación básica en intervención comunitaria o agricultura familiar.
- **Capacitador:** Profesional o técnico con experiencia en formación rural y sistemas productivos agroecológicos. Lidera jornadas prácticas y teóricas de capacitación en manejo hidropónico, producción avícola, administración básica y buenas prácticas de sostenibilidad. Su labor es clave en el proceso de transferencia de conocimiento a las familias campesinas.

**Actores externos:** Aunque no forman parte de la estructura jerárquica del proyecto, diversas entidades externas cumplen funciones clave de supervisión, articulación institucional y apoyo técnico:

- **CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca):** Autoridad ambiental encargada de otorgar los permisos requeridos y verificar que las actividades se ajusten a los lineamientos del PMA de la RFPBOB. Puede realizar visitas de seguimiento durante la ejecución y operación para asegurar la protección del ecosistema y recursos naturales.
- **Entidades distritales y aliadas institucionales:** Comprenden dependencias como la Secretaría Distrital de Ambiente, la Secretaría de Desarrollo Económico, Alcaldías Locales, universidades e institutos de investigación. Su apoyo puede incluir asesoría técnica, monitoreo participativo, acompañamiento formativo o promoción comercial del proyecto, en el marco de convenios o estrategias interinstitucionales.
- **Potenciales compradores:** Actores del mercado interesados en adquirir productos agroecológicos generados por los beneficiarios, que pueden contribuir a la sostenibilidad comercial de la iniciativa.

### *Equipo de operación*

**Campesinos beneficiarios:** Conformado por familias rurales, que asumirán los roles de producción, mantenimiento, gestión de insumos y comercialización.

### Matriz RACI de Roles Clave

La matriz RACI (Responsable, Aprobador, Consultado, Informado) asigna con claridad los roles del equipo a cada actividad del proyecto (Asana, 2025). A continuación, se detallan las responsabilidades de: coordinador, especialista agroambiental, constructor, capacitador, facilitador comunitario y campesinos beneficiarios en las principales actividades de planificación, validación predial, trámites ambientales, construcción, capacitación, entrega técnica, operación del sistema. Siguiendo buenas prácticas, cada actividad tiene un solo Responsable (R) designado, mientras que el Coordinador actúa como Aprobador (A), asegurando la supervisión global. Los demás roles se marcan como Consultados (C) o Informados (I) según corresponda (Asana, 2025):

**Tabla 7. Matriz RACI**

Actividad	Coordinador (Líder)	Esp. agroambiental	Constructor	Capacitador	Facilitador comunitario	Campesinos beneficiarios
<b>Planificación</b>	A (aprueba plan)	R (verifica viabilidad ambiental)	C (consulta aspectos técnicos)	I (no participa)	C (verifica situación predial local)	I (informados del plan)
<b>Validación predial</b>	A (decisión final)	R (verifica viabilidad ambiental)	C (consulta aspectos técnicos)	I (no participa)	C (verifica situación predial local)	C (consulta sobre predios)
<b>Trámites ambientales</b>	A (garantiza cumplimiento)	R (gestiona permisos ambientales)	I (informado)	I (informado)	I (informado)	I (informada la comunidad)
<b>Construcción</b>	A (supervisa obra)	C (asesora en criterios ambientales)	R (ejecuta obra)	I (informado)	C (coordina con la comunidad)	C (consultados/involucrados)
<b>Capacitación</b>	A (valida formación)	C (aporta contenido técnico)	I (informado)	R (imparte capacitación)	C (moviliza participantes)	I (asisten informados)
<b>Entrega técnica</b>	A (formaliza entrega)	R (lidera pruebas y entrega)	C (respalda entrega de obra)	I (informado)	C (facilita enlace comunidad)	C (reciben y validan)
<b>Operación del sistema</b>	A (responsable último)	C (brinda soporte técnico)	I (informado)	C (asesora si es necesario)	C (acompaña a comunidad)	R (operan y mantienen)

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la matriz se observa que el Coordinador mantiene la aprobación (A) en todas las actividades, garantizando control central del proyecto. El Especialista agroambiental asume la responsabilidad (R) en tareas técnicas clave como planificación, trámites ambientales y entrega del sistema, debido a su conocimiento experto (Asana, 2025). El Constructor es responsable (R) de la ejecución de la obra física, y el Capacitador es responsable de impartir la formación a los beneficiarios. El Facilitador comunitario y los Campesinos beneficiarios participan principalmente como consultados (C) o informados (I) según la actividad: por ejemplo, la comunidad campesina es consultada durante la planificación y la construcción para incorporar sus conocimientos locales y, finalmente, asume la responsabilidad de la operación del sistema una vez entregado, dado que serán quienes lo gestionen día a día y de ellos dependerá su sostenibilidad en el tiempo.

### **Etapas de Implementación y Proceso Operativo**

La implementación del proyecto agro-sostenible se organiza en siete etapas secuenciales, integrando componentes técnicos, institucionales y comunitarios para garantizar su viabilidad. A continuación, se describen de forma sintética las fases principales:

#### **Ilustración 15. Diagrama de tareas**

##### **Diagrama de tareas**

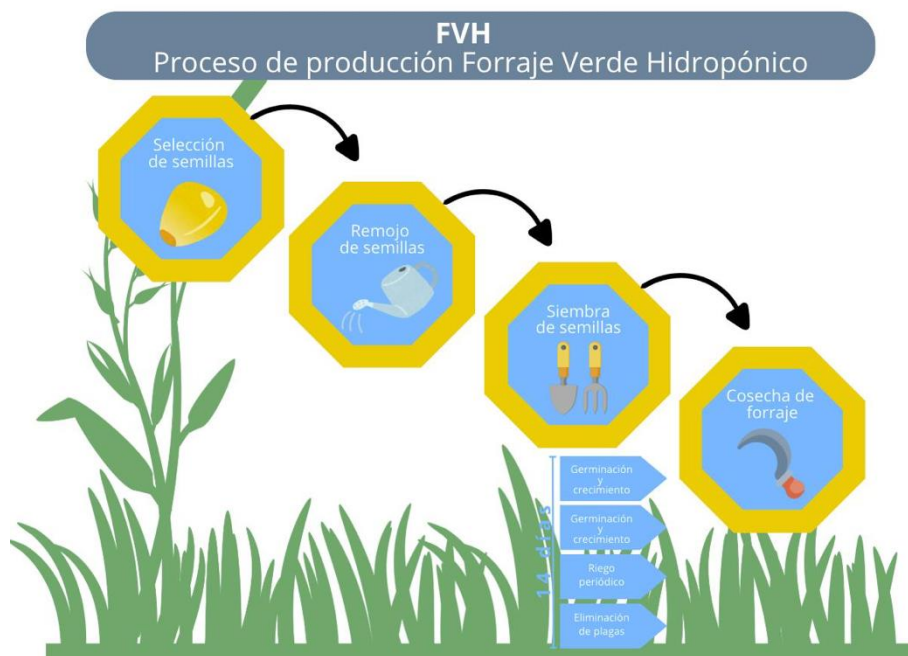
- Planificación y Alistamiento Institucional**
- Validación Predial y Estudios Técnicos**
- Gestión de Permisos Ambientales**
- Adquisición de materiales, construcción e instalación**
- Capacitación campesina**
- Entrega del sistema**
- Operación comunitaria**

Fuente: Elaboración propia, 2025.

1. Planificación y Alistamiento Institucional: Se consolidan los acuerdos interinstitucionales, se contrata el equipo técnico y se socializa el proyecto con las familias beneficiarias. Se definen cronogramas y convenios de participación. El Coordinador comunica lineamientos al equipo y aliados, promoviendo desde el inicio un enfoque participativo.
2. Validación Predial y Estudios Técnicos: El equipo técnico inspecciona los predios para verificar que estén en zona de uso sostenible en la RFPBOB, realiza diagnósticos biofísicos, recopila línea base y elabora diseños técnicos del invernadero y módulos avícolas. Se preparan insumos para la solicitud de permisos ambientales.
3. Gestión de Permisos Ambientales: La entidad ejecutora tramita ante la CAR las autorizaciones correspondientes conforme a la Resolución 1766 de 2016. El expediente técnico incluye localización, medidas de mitigación y evidencia de uso sostenible. Se mantiene comunicación constante con la CAR para responder observaciones y asegurar el cumplimiento legal antes de iniciar obras.
4. Construcción e Instalación de Infraestructuras: Se construyen el invernadero de FVH y los corrales móviles para pollos. La comunidad aporta mano de obra básica, favoreciendo apropiación local. El equipo técnico supervisa cumplimiento ambiental y funcionalidad técnica. Se generan reportes periódicos a las entidades involucradas.
5. Capacitación y Puesta en Marcha: Los beneficiarios reciben entrenamiento práctico sobre manejo de FVH y pollos, bioseguridad y rotación. Se ejecuta un primer ciclo piloto de producción con acompañamiento intensivo del equipo técnico. Se ajustan rutinas y se fortalecen capacidades operativas.
6. Entrega Técnica y Seguimiento Post-Entrega: Tras validar la funcionalidad y competencias adquiridas, se entregará formalmente el proyecto a las familias campesinas, quienes asumirán su operación diaria. El modelo busca ser autosostenible económicamente, con autogestión progresiva y enfoque de permanencia en el territorio, vinculado a los circuitos de economía rural.
7. Operación Autónoma y Escalamiento: Los beneficiarios operan el sistema, gestionan insumos y comercializan productos. Se habilitan canales para apoyo técnico esporádico, seguimiento ambiental por la CAR y participación en espacios institucionales rurales. El modelo permite ampliación o replicación a nuevas familias.

En relación con el proceso operativo se presenta el flujo de tareas para cada área principal del proyecto: por un lado, la producción de FVH, cultivo de hortalizas de ciclo corto y por otro, el manejo de los módulos móviles de pollos de engorde. Estos diagramas de flujo ilustran la secuencia lógica de actividades diarias y por ciclo, sirviendo como guía operativa y herramienta de capacitación para el personal. Cada diagrama identifica las etapas clave, insumos y responsables involucrados. Una definición clara de los procesos ayuda a garantizar la eficiencia y la trazabilidad, aspectos fundamentales en una operación agropecuaria integrada.

**Ilustración 16. Diagrama de flujo del proceso de producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH).**



Fuente: Elaboración Propia, 2025.

**Ilustración 17. Diagrama de flujo de tareas para el manejo de pollos de engorde en módulos móviles**



Fuente: Elaboración Propia, 2025.

### *Estructura de Comunicación y Gestión Administrativa*

A lo largo de todas las etapas del proyecto se establece una estructura de comunicación interna y externa orientada a garantizar la coordinación efectiva entre actores, el cumplimiento de los compromisos administrativos y la apropiación comunitaria de las actividades. Internamente, el coordinador del proyecto convoca reuniones periódicas con el equipo técnico, donde se revisan avances, se asignan tareas y se gestionan ajustes operativos. Para facilitar el seguimiento diario, se emplean herramientas de planificación accesibles como cronogramas y plataformas de mensajería instantánea.

En la relación con las familias beneficiarias, la comunicación se privilegia de forma presencial, con énfasis en la claridad y la adecuación cultural. Se programan asambleas o mesas comunitarias en momentos estratégicos a inicio, mitad y cierre del proyecto, y se designan promotores locales como enlaces entre el equipo técnico y las comunidades. Esta estrategia busca fortalecer la apropiación local y garantizar una implementación participativa.

Desde el punto de vista administrativo, la entidad ejecutora asume la responsabilidad de una gestión transparente y eficiente. Se implementa un sistema contable separado para el manejo exclusivo del proyecto, con controles de doble firma, registros detallados de gastos, archivo de documentos soporte, como actas, listados, permisos, informes y cumplimiento de los requerimientos legales y fiscales. En caso de contar con recursos públicos, se adoptan medidas adicionales de auditoría y supervisión conforme a la normatividad vigente.

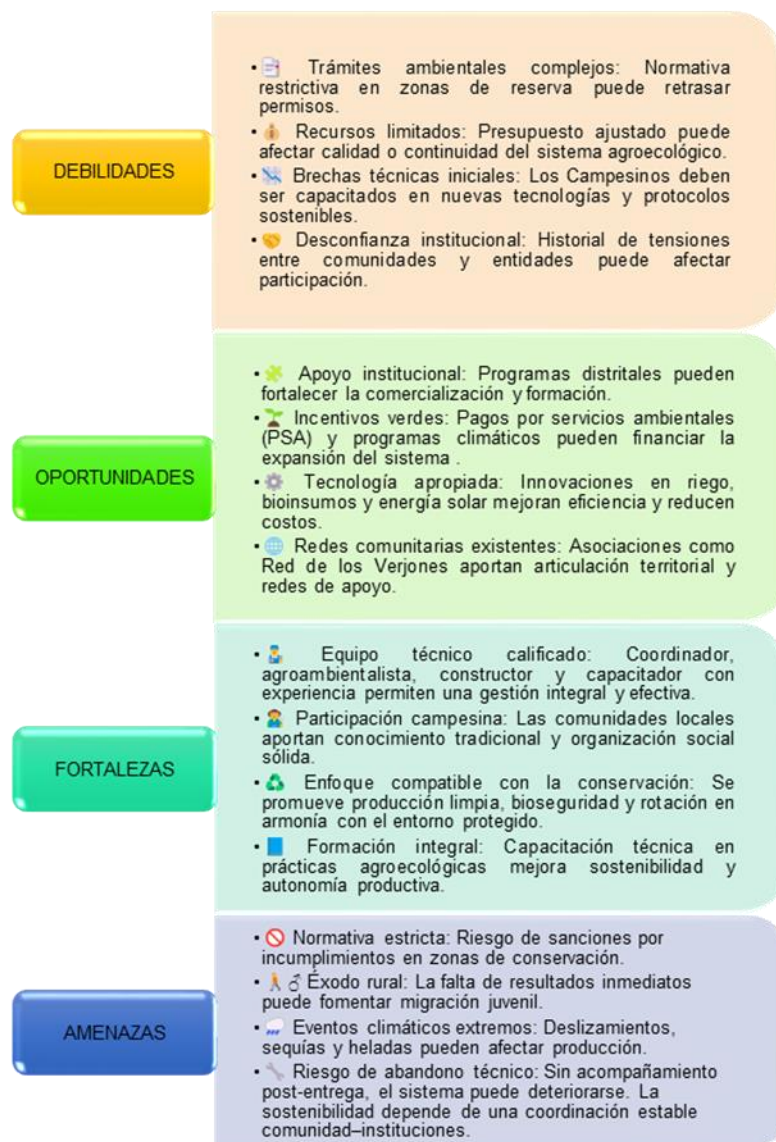
La comunicación externa contempla acciones de difusión institucional que visibilicen los logros del proyecto, como boletines informativos, visitas demostrativas con otros productores rurales e integración con iniciativas académicas o educativas. Esta estrategia de divulgación fortalece las redes de apoyo, facilita la transferencia de conocimientos y estimula la replicabilidad de la experiencia.

Finalmente, una vez cumplida la etapa de instalación y capacitación, se lleva a cabo un ajuste organizativo para la fase de operación autónoma. Se elabora un plan de transición en el que se asignan responsabilidades dentro de la comunidad; mantenimiento, gestión de ingresos, contacto institucional, se consolidan mecanismos de soporte técnico y se formalizan los canales de comunicación post-proyecto. De esta manera, se asegura que las familias beneficiarias cuenten con una estructura funcional que les permita sostener y escalar la iniciativa agro-sostenible con autonomía progresiva.

#### *Análisis DOFA del Componente Organizacional y Operativo*

A continuación, se presenta un análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas) enfocado en los aspectos organizativos y operativos del proyecto. Se consideran los factores normativos, técnicos, sociales y ambientales del entorno descrito:

## Ilustración 18. Matriz DOFA de la estructura organizacional propuesta



Fuente: Elaboración Propia, 2025.

El análisis DOFA realizado para el proyecto agro-sostenible en la RFPBOB evidencia que, si bien la iniciativa presenta fortalezas sólidas como un equipo técnico especializado, participación activa de la comunidad y alineación normativa con el PMA, también enfrenta desafíos operativos y contextuales importantes.

Las oportunidades externas, como el respaldo institucional, la existencia de incentivos financieros verdes y las redes comunitarias consolidadas en la ruralidad bogotana, representan condiciones favorables para consolidar un modelo productivo sostenible, replicable y ajustado al enfoque de conservación. Estas ventajas pueden potenciarse mediante alianzas estratégicas y programas de fortalecimiento rural promovidos por entidades distritales y nacionales.

No obstante, amenazas como la rigurosidad normativa dentro de la RFPBOB, el riesgo de desinterés generacional, y factores climáticos adversos requieren medidas preventivas y una estructura organizativa resiliente. A su vez, la sostenibilidad financiera y operativa a largo plazo dependerá del acompañamiento técnico posentrega, del compromiso comunitario, y de una planificación que integre criterios de autosuficiencia y adaptabilidad al cambio.

En este contexto, la implementación del proyecto en la zona de uso sostenible de la RFPBOB se configura como una estrategia viable y coherente con los objetivos de desarrollo rural sostenible, siempre que se priorice una gestión participativa, técnica y progresiva que garantice su apropiación y permanencia en el territorio.

### **Estudio Legal**

La protección jurídica de la RFPBOB se sustenta en un conjunto normativo que abarca disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias, configurando un régimen orientado a la conservación de áreas de especial relevancia ecológica. Este apartado analiza los fundamentos jurídicos que rigen en la Reserva, desde su base constitucional hasta las normas específicas que regulan su declaratoria, manejo y uso, destacando la interacción entre la protección ambiental y las actividades humanas permitidas en la reserva.

La Constitución Política de Colombia 1991: Establece el deber de proteger el ambiente y las áreas ecológicas de especial importancia. En particular, el Artículo 79 garantiza el derecho a un ambiente sano y ordena al Estado conservar la diversidad e integridad del ambiente; el Artículo 80 impone al Estado la planificación del manejo de los recursos naturales para asegurar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución, así como prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; adicionalmente, el Artículo

58 introduce la función social y ecológica de la propiedad privada, subordinando su ejercicio al interés colectivo de preservar el equilibrio ecológico (1991, 2025). Estos preceptos constitucionales, de carácter vinculante, sientan las bases para la protección reforzada de la RFPBOB como un área estratégica para el ecosistema de la Sabana de Bogotá.

El Decreto Ley 2811 de 1974, conocido como Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, estableció el marco legal para las áreas forestales protectoras. En su artículo 202 (modificado por la Ley 1450 de 2011) clasifica estas zonas en forestales productoras, protectoras o mixtas; mientras que el Artículo 204 exige que las reservas forestales protectoras se mantengan de manera continua con bosques naturales o plantados, priorizando siempre su función de salvaguarda ambiental. A su vez, los artículos 206 y 207 precisan que, tanto si son de propiedad pública como privada, estas reservas están dedicadas exclusivamente al establecimiento, manejo responsable y aprovechamiento especial de los bosques, siempre y cuando se garantice la persistencia del ecosistema. Cualquier cambio de uso del suelo que no respete esta vocación queda prohibido, salvo que exista un acto de sustracción formalmente aprobado por motivos de utilidad pública o interés social (Art. 210) (Republica, 2025). El Decreto Único Reglamentario Ambiental 1076 de 2015 integró y actualizó estas disposiciones, asignando al Ministerio de Ambiente la competencia para redefinir los límites, recategorizar y dictar reglamentos específicos para las reservas forestales del país.

La Reserva RFPBOB fue declarada por primera vez en 1976 a través del Acuerdo 030 del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), y su aprobación formal se concretó con la Resolución Ejecutiva 76 de 1977 del Ministerio de Agricultura. Con esta declaratoria, se delimitó la franja de los Cerros Orientales de Bogotá como área protegida con el fin de conservar la cobertura forestal de estas montañas y salvaguardar sus funciones de regulación hídrica y climática. Desde entonces, cualquier intervención urbanística dentro de sus límites ha estado sujeta a la obtención de una licencia previa, tal como lo establece el Artículo 3 de la Resolución 76 de 1977, lo cual ha impedido la expansión de nuevos asentamientos o desarrollos en el territorio protegido (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Resolución 463 de 2005 (MAVDT): A raíz del acelerado crecimiento urbano y la ocupación informal en los Cerros Orientales, el 15 de abril de 2005 el Ministerio de Ambiente, Vivienda

y Desarrollo Territorial expidió la Resolución 463, que redelimitó de manera oficial la RFPBOB “siguiendo en lo posible límites naturales (vías, ríos, divisorias de aguas)” para facilitar su gestión administrativa. Esta norma ajustó la extensión del área protegida, incluyendo exclusiones como la denominada “franja de adecuación”, y estableció una zonificación interna de cuatro categorías; Zona de Conservación, Zona de Rehabilitación Ecológica, Zona de Recuperación Paisajística y Zona de Recuperación Ambiental, cada una con usos del suelo claramente reglamentados. Además, prohibió la creación de nuevos desarrollos urbanísticos dentro de la reserva y otorgó a la CAR Cundinamarca la responsabilidad de su administración y del seguimiento al cumplimiento de estas determinaciones, buscando así conciliar la conservación de los ecosistemas con las realidades de las ocupaciones humanas en la región (Ministerio de Ambiente, 2025).

Resolución 1141 de 2006 (CAR): En cumplimiento de lo ordenado por la Resolución 463 de 2005, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca expidió la Resolución 1141 de 2006, mediante la cual adoptó el primer Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Este PMA de 2006 desarrolló programas, proyectos y acciones para la conservación y restauración, y estableció el régimen de usos detallado por zonas de acuerdo con la zonificación definida por el MAVDT en 2005. En esencia, formalizó las restricciones y lineamientos para actividades permitidas dentro de cada zona de la reserva, procurando armonizar la presencia de comunidades rurales existentes con la protección ecológica (CAR, 2006).

Conflictos jurídicos y adaptación normativa: Pese a la nueva normativa persistieron tensiones por asentamientos ilegales y actividades antrópicas en la reserva. En 2006 el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, al fallar una acción popular, ordenó medidas para conservar la reserva conforme al marco normativo vigente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Posteriormente, en 2013 el Consejo de Estado (Fallo de segunda instancia No.25000-23-25-000-2005-00662-03) reforzó estas obligaciones, ordenando en particular al Ministerio de Ambiente fijar una tasa compensatoria por el uso permanente de la reserva mediante edificaciones, con tarifas diferenciadas según el estrato socioeconómico, para que los ocupantes resarzan el daño ambiental y contribuyan a la restauración (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025). Este fallo llevó a una actualización normativa para viabilizar dicho cobro.

La Resolución 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible revisó y unificó el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la RFPBOB, incorporando instrucciones derivadas de sentencias judiciales y criterios de sostenibilidad. Bajo su facultad para reglamentar reservas nacionales (Ley 99 de 1993, Art. 5º num. 18; D. 1076/2015, par. 2º art. 2.2.2.1.6.5), el Ministerio dio paso de cuatro a cinco zonas internas, definiendo para cada una los usos permitidos, condicionados y prohibidos, así como las obligaciones de habitantes y visitantes. Además, encargó a la CAR Cundinamarca y a demás autoridades ambientales la implementación (Art. 9) y el monitoreo continuo de actividades (Art. 10) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2016).

Según está resolución, en todas las zonas se prioriza evitar la alteración, degradación o transformación por actividad humana. Las actividades expresamente permitidas se limitan a la protección de la biodiversidad, la investigación científica no invasiva y el monitoreo ambiental. Entre las condicionadas se incluyen la recolección de productos forestales secundarios, la sustitución de especies exóticas por nativas y la construcción de senderos ligeros para educación ambiental; en cambio, se prohíben la expansión urbana, el avance de la frontera agrícola, la ganadería extensiva y cualquier obra que comprometa la integridad del bosque.

El PMA (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, 2016) de 2016 define así cinco categorías con sus regímenes específicos:

Zona de Preservación: Conservación estricta de alta biodiversidad; solo investigación y monitoreo.

Zona de Restauración: Recuperación ecológica de áreas degradadas; infraestructura temporal para reforestación y control de invasoras.

Zona de Uso Sostenible: Prácticas agropecuarias de bajo impacto (recolección no maderable, agricultura y ganadería orgánicas extensivas) sujetas a plan de manejo aprobado por la CAR.

Zona General de Uso Público: Educación ambiental y ecoturismo, con infraestructura mínima (senderos, miradores).

Zona de Recuperación Ambiental: Residencia tolerada de edificaciones preexistentes y actividades de subsistencia, condicionadas al pago de tasa compensatoria y medidas de mitigación.

Este esquema reconoce la presencia histórica de las comunidades campesinas, pero subordina sus usos tradicionales a un marco de sostenibilidad ambiental. En este contexto, la propuesta de cría de pollos en módulos móviles e invernadero hidropónico se alinea con la nueva orientación del PMA: permitir proyectos productivos de bajo impacto siempre que contribuyan a los objetivos de conservación de la reserva (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2016).

Paralelamente, el Decreto 1648 de 2016 adicionó un capítulo al Decreto 1076 de 2015, instituyendo la tasa compensatoria por la utilización permanente de la RFPBOB. Esta medida, aplicable a edificaciones preexistentes en la Zona de Recuperación Ambiental anteriores a abril de 2005, busca mitigar el impacto ambiental y destinar los recursos recaudados a la restauración ecológica. La Resolución 2723 de 2017 complementó esta normativa, estableciendo la tarifa mínima y los procedimientos para su implementación por parte de la CAR. Las construcciones posteriores a 2005, por su parte, se consideran ilegales y están sujetas a sanciones administrativas, incluyendo la demolición.

### **Permisos Necesarios para Implementar la alternativa Agro-Sostenible Propuesta**

El modelo agro-sostenible bajo análisis consiste en la cría de pollos de engorde en módulos móviles y un invernadero hidropónico, empleando construcciones menores de fácil traslado (armazones en madera, malla, techos livianos) y ecomateriales (materiales ecológicos) en predios ubicados dentro de la reserva. Para poder implementar legalmente este proyecto, es necesario considerar los trámites y autorizaciones ambientales y sanitarias:

1. Autorización de la CAR para usos del suelo en la Reserva: Para ejecutar cualquier actividad en la RFPBOB es indispensable contar primero con el concepto técnico o permiso expedido por la CAR, en su calidad de autoridad ambiental competente. El Artículo 11 de la Resolución 1766 de 2016 establece que todos los usos autorizados deben contar con los trámites y autorizaciones ambientales previstos en el PMA.

El solicitante debe presentar ante la CAR una propuesta del modelo agro-sostenible, indicando la ubicación exacta, la superficie ocupada (cada estructura no debe exceder 100 m<sup>2</sup>), el alcance de las actividades y las medidas de manejo ambiental previstas

2. Permiso de ocupación de cauce o uso de agua (si aplica): Para el componente hidropónico, si se emplea agua de fuentes naturales de la reserva (quebradas o acuíferos), será preciso tramitar ante la CAR o la autoridad ambiental correspondiente una concesión de agua para uso agrícola, según lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 y la Ley 1541 de 2012. En cambio, si el abastecimiento proviene de la red de acueducto de Bogotá o se recolecta agua de lluvia, no se requiere autorización adicional para el recurso hídrico.

Por otro lado, la instalación de los módulos móviles avícolas sobre suelo forestal, incluso para labores de pastoreo controlado, podría implicar pequeñas nivelaciones o remociones de cobertura vegetal, aunque sea gramínea. En ese caso conviene solicitar a la CAR un permiso de intervención en cobertura vegetal o, en su defecto, presentar una notificación preventiva para certificar que no se afecta el estrato arbóreo ni se compromete la integridad del suelo. De este modo, se garantiza el cumplimiento de las normas de conservación sin obstaculizar las actividades productivas de bajo impacto propuestas.

3. Permisos sanitarios y registro predial agropecuario: La Resolución 1515 de 2015 del ICA establece que solo los predios con una población avícola igual o superior a 200 aves deben inscribirse obligatoriamente en el Registro Sanitario de Predio Avícola (RSPA). Dado que este proyecto contempla en total unas cien aves repartidas en cuatro módulos, no es necesario tramitar el RSPA (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2025).

No obstante, la CAR podría requerir al proyecto demostrar que cumple con las condiciones básicas de salubridad en la cría. De igual forma, si se producirán vegetales de huerta hidropónica para venta, podría considerarse la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) ante el ICA, aunque no es un permiso obligatorio, sí es recomendable para garantizar inocuidad (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2017).

Para el invernadero hidropónico, no existe obligación de certificación, pero la adopción voluntaria de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) ante el ICA es una medida recomendable: mejora la inocuidad de los productos y facilita su comercialización en mercados locales.

## **Normativa Sanitaria y de Bienestar Animal para la Cría de Pollos de Engorde**

Cualquier proyecto de cría de aves de engorde en Colombia debe observar las normas sanitarias, de bioseguridad y bienestar animal emitidas por las autoridades agropecuarias. Estas regulaciones son esenciales tanto para proteger la salud pública como para garantizar condiciones humanitarias de manejo animal. A continuación, se resumen las disposiciones más relevantes que aplican a la propuesta de módulos móviles de pollos de engorde:

1. Registro Sanitario de Predio Avícola (RSPA): Aunque la certificación BPG no es obligatoria para proyectos menores de 200 aves, la Resolución ICA 3652 de 2014 ofrece el referencial técnico para asegurar la bioseguridad y el bienestar animal. En ella se establecen criterios sobre diseño de alojamientos, control de densidad y ventilación, planes de vacunación y desparasitación, manejo de excretas y restricciones de acceso. Para este modelo de 100 pollos en cuatro módulos móviles bastará integrar desde su diseño los elementos clave: corrales con densidad adecuada, lechos secos reemplazables, acceso a agua potable y alimento balanceado certificado y protocolos periódicos de limpieza y desinfección. Con ello, se cumple de manera voluntaria con los estándares sanitarios del ICA (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2014).

2. Bienestar Animal: La Ley 1774 de 2016 reconoce a los animales como seres sintientes y obliga a garantizar su bienestar en la producción pecuaria, mientras que la Resolución 253 de 2020 del Ministerio de Agricultura adopta manuales de bienestar para aves y el ICA desarrolla protocolos de evaluación en granjas avícolas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

El manual ICA para sistemas abiertos recomienda hasta 16 aves/m<sup>2</sup> (33 kg/m<sup>2</sup>). Aplicando el enfoque “Gallina Feliz” (Alcaldía de Bogotá, 2021) que busca brindar espacio y libertad adicionales frente a un galpón industrial, por tal motivo se propone reducir esa densidad a la mitad: 8 aves/m<sup>2</sup>. Cada módulo móvil cuenta con 4 m<sup>2</sup>, por lo que puede alojar 32 pollos (8 aves/m<sup>2</sup> × 4 m<sup>2</sup>). Con cuatro módulos, la capacidad máxima instalable sería de 128 pollos, manteniendo una densidad muy inferior a la industrial y asegurando holgura, promoción de conductas naturales y minimización del estrés.

Además, el proyecto garantizará:

Acceso a pasto o suelo natural mediante rotación periódica de módulos.

Zonas de sombra y perchas para ejercicio y descanso.

Períodos de oscuridad para ciclos de descanso.

Protocolos sanitarios y de sacrificio humanitario, conforme al ICA y la Ley 1774 de 2016.

Aplicación de las cinco libertades del bienestar animal: libre de hambre y sed; de incomodidad; de dolor y enfermedad; de miedo y angustia; y para expresar conducta natural (Organización Mundial de Sanidad Ambiental, 2025)

Esta configuración modular al aire libre ofrece mejores condiciones de bienestar que una granja industrial convencional y cumple con los requerimientos de la CAR para proyectos de bajo impacto en la RFPBOB.

3. Inocuidad y controles sanitarios (INVIMA/Salud): Para la carne de pollo, el Decreto 1500 de 2007 instituye el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, que exige sacrificar aves en plantas autorizadas y registradas ante INVIMA bajo estrictos protocolos higiénico-sanitarios. No obstante, dado que esta iniciativa es de escala reducida y contempla la venta de aves vivas en pie, por ejemplo, en ferias campesinas o mercados locales, no será necesario el sacrificio en planta ni el registro INVIMA, siempre que los compradores asuman el sacrificio en condiciones propias y se garantice el transporte en condiciones sanitarias adecuadas.

En cuanto a los vegetales hidropónicos, los productos frescos (sin transformación) no requieren registro INVIMA, pero sí deben cumplir estándares de inocuidad: ausencia de contaminantes y prácticas de cultivo basadas en Buenas Prácticas Agrícolas. La Resolución ICA 30021 de 2017 establece los requisitos de BPA para producción primaria de vegetales, los cuales serán de aplicación obligatoria a partir de 2021, aunque su implementación ha sido gradual (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2017). Si se elaboran derivados (encurtidos, salsas, etc.), sí será necesario tramitar el registro sanitario INVIMA de estos productos procesados.

*Comercialización de Productos Agroecológicos y Venta Directa desde Áreas Rurales Protegidas*

Una vez obtenidos los pollos de engorde y las hortalizas hidropónicas bajo prácticas agroecológicas, el plan prevé venderlos sin intermediarios en canales cortos: mercados campesinos locales, ferias itinerantes o ventas directas en la vereda.

Mercados campesinos y circuitos cortos: La Resolución 0590 de 2018 de la Agencia de Desarrollo Rural impulsa la venta directa de pequeños productores mediante mercados campesinos, ruedas de negocio y ferias, estableciendo requisitos básicos de inocuidad: disponibilidad de puntos de refrigeración para carne y huevos, manipulación higiénica de vegetales y trazabilidad mínima. Para participar, los productores coordinan con la Secretaría de Salud local la supervisión sanitaria en el sitio (cadena de frío, limpieza de puestos y, de ser necesario, rotulado) (Agencia de Desarrollo Rural -ADR, 2019).

Respaldo distrital: El Acuerdo 455 de 2010 del Concejo de Bogotá institucionaliza un gran Mercado Campesino anual en la Plaza de Bolívar (Alcaldía de Bogotá, 2024) y faculta a la Alcaldía a organizar ferias itinerantes en cada localidad, sin costo de puestos para productores rurales de Bogotá y regiones vecinas. En 2024 se han realizado más de 1.300 eventos en 20 localidades, beneficiando directamente a los campesinos periurbanos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2023).

Eventos como “ferias campesinas” locales: En localidades aledañas a los Cerros Orientales, las alcaldías pueden organizar “ferias campesinas” o eventos ambientales en zonas de uso público o de recuperación, donde los habitantes de la reserva ofrezcan sus productos a visitantes. Estas actividades no contravienen el PMA si se mantienen dentro de los espacios autorizados y bajo control de la autoridad ambiental.

#### *Conformidad Ambiental del Modelo y Viabilidad de Aprobación por la CAR*

Finalmente, es esencial evaluar cómo el modelo agro-sostenible propuesto se ajusta a las limitaciones ambientales de la reserva y por qué podría ser aprobado por la autoridad ambiental competente (CAR). A la luz de todo lo expuesto, se pueden esbozar las siguientes consideraciones de ajuste y viabilidad:

Aprovechamiento de los usos permitidos y condicionados: Conforme al PMA de la RFPBOB y la Resolución 1766 de 2016, la Zona de Uso Sostenible autoriza “actividades económicas campesinas dentro de sistemas agroforestales y silvopastoriles” (Art. 6). Esta propuesta

aprovecha esa ventana normativa al combinar cría móvil de aves y cultivo hidropónico sin suelo, garantizando producción agroecológica en armonía con la conservación forestal.

Potencial en otras categorías: En Zonas de Restauración, el PMA permite instalaciones temporales para restauración e investigación. Un invernadero de demostración se ajusta a actividades de educación e investigación aplicada.

En Zonas de Uso Público, se autorizan proyectos de educación ambiental y senderos interpretativos; el uso de módulos avícolas móviles, al no requerir tala ni introducir especies invasoras, podría ser concedido como experimento silvopastoril sujeto a condiciones.

Reversibilidad y huella mínima: Las estructuras propuestas son desmontables, sin cimientos de concreto, cumpliendo la definición de “instalaciones mínimas” menores a 100 m<sup>2</sup> sin estructuras rígidas. Su montaje y desmontaje no generan pasivos ambientales, y el manejo de residuos (compostaje de cama y control de escorrentía) mantiene el impacto en unos pocos metros cuadrados.

Restauración activa y educación ambiental: Implantar el invernadero y los módulos en áreas degradadas promueve la restauración ecológica, al generar abono natural, enriquecimiento del suelo y siembra de especies nativas en los perímetros. Como proyecto piloto, facilita la vinculación de colegios y universidades en talleres de producción sostenible, alineándose con los usos de “conocimiento y disfrute” que el PMA fomenta en la reserva.

Perfil formal y confianza institucional, el solicitante se compromete a gestionar todos los permisos requeridos (uso de suelo, concesión de agua, intervención de cobertura vegetal) y a aplicar voluntariamente estándares de bioseguridad y bienestar animal que superan los mínimos legales. Esta actitud proactiva fortalece la credibilidad frente a la CAR y abre la puerta a su integración en programas de negocios verdes y asistencia técnica.

Monitoreo, seguimiento y autogestión, de acuerdo con los artículos 9 y 10 del PMA, la CAR instaurará un plan de supervisión periódica, como visitas de campo, verificación de número de aves, calidad de agua y manejo de residuos. La incorporación de reportes de autogestión (población aviar, parámetros de agua, registros de compostaje) garantizará transparencia y cumplimiento estricto de las condiciones aprobadas.

En conclusión, el modelo agro-sostenible propuesto; invernadero hidropónico e infraestructuras avícolas móviles, se ajusta plenamente al marco jurídico de la RFPBOB,

encaja en las ventanas normativas de uso sostenible y recuperación ambiental, y ofrece un enfoque de producción piloto que potencia la conservación, la restauración y la educación ambiental. Con la obtención de los permisos requeridos y el respeto estricto de las condiciones del PMA, la CAR Cundinamarca podrá aprobarlo, aportando un precedente viable de convivencia entre comunidad campesina y área protegida.

## **Estudio Ambiental**

La propuesta agro-sostenible se localiza dentro de la RFPBOB, área protegida desde 1977 que integra la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital y comprende zonas rurales de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal y Usme. Esta reserva cumple funciones críticas de regulación hídrica y conservación de ecosistemas andinos, por lo cual cualquier intervención debe alinearse rigurosamente con su PMA, adoptado mediante la Resolución 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

El proyecto plantea la instalación de módulos móviles para la cría rotacional de pollos de engorde y un invernadero hidropónico de 100 m<sup>2</sup>, lo cual se enmarca en las actividades permitidas en la zona de Uso Sostenible de la reserva. Dicha zona admite desarrollos agropecuarios vinculados a procesos de reconversión productiva, siempre y cuando no impliquen la expansión de la frontera agrícola, la transformación de bosque nativo ni la introducción de especies exóticas.

Acorde con la normativa vigente, específicamente el artículo 11 de la Resolución 1766 de 2016, cualquier actividad que implique uso o afectación de recursos naturales renovables debe contar con la validación previa de la autoridad ambiental competente. En este caso, mediante radicado No. 20252037819 del 29 de mayo de 2025, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) emitió *concepto favorable* frente a la viabilidad de la propuesta, indicando que el proyecto es coherente con el PMA de la RFPBOB y que puede ejecutarse en la zona de uso sostenible, bajo las siguientes condiciones:

- Que se trate de actividades agropecuarias en el marco de la economía campesina, sujetas a procesos de reconversión.

- Que implique el establecimiento de instalaciones mínimas asociadas al desarrollo de actividades agroproductivas bajo principios de sostenibilidad y mínima intervención.

La propuesta cumple con estos lineamientos, al desarrollarse en áreas ya intervenidas, sin tala de cobertura forestal ni alteración del uso del suelo, y mediante infraestructura portátil y de bajo impacto. Además, promueve la reutilización de recursos como agua y nutrientes, el fortalecimiento de medios de vida locales y el cumplimiento de los parámetros técnicos y ambientales definidos para la zona.

En conclusión, con base en el concepto técnico emitido por la CAR y el marco normativo establecido, se ratifica la viabilidad del proyecto agro-sostenible en la RFPBOB, siempre que mantenga el enfoque de economía campesina, cumpla con los parámetros del PMA y se sujete a seguimiento ambiental durante su ejecución.

#### *Evaluación de impactos ambientales y propuestas de mejora*

Con base en las características del proyecto, se realizó una evaluación de impactos ambientales diferenciada por fases: instalación, operación y cierre/abandono. A continuación, se describen los potenciales impactos identificados en cada etapa del ciclo de vida del proyecto agro-sostenible.

A partir de los resultados, se determinaron como críticos aquellos impactos negativos clasificados como Altos o Muy Altos, en tanto representan riesgos significativos sin una adecuada gestión. En paralelo, se identificaron impactos positivos con sinergias destacables, los cuales fortalecen el balance ambiental del proyecto.

A continuación, se presenta una síntesis de los principales impactos y sus respectivas medidas de mejora:

**Tabla 8. Principales Impactos ambientales identificados**

<b>Impacto ambiental</b>	<b>Actividad de origen</b>	<b>Calificación</b>	<b>Propuesta puntual de mejora/mitigación</b>
<b>Contaminación atmosférica y del suelo:</b> Emisión de gases y polvo, posibles derrames de aceite/combustible.	Traslado de materiales y equipos (Fase de Instalación).	Muy alto	Realizar mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria en zonas controladas; evitar derrames y minimizar emisiones mediante revisión de motores y filtros.
<b>Enriquecimiento del suelo / riesgo de contaminación por escorrentía:</b> Aporte de nutrientes (estiércol y orina) al suelo con peligro de arrastre a fuentes hídricas.	Cría de pollos de engorde en módulos móviles (Fase de Operación).	Muy alto	Rotar módulos con mayor frecuencia y evitar zonas cercanas a cuerpos de agua. Instalar barreras vegetales y manejar adecuadamente el estiércol (recolección, compostaje, aplicación agronómica en momentos adecuados).
<b>Compactación puntual del suelo / regeneración del pasto:</b> Compactación del terreno por pisoteo de las aves, compensada en parte por la fertilización y reposición de la cobertura vegetal.	Rotación de módulos avícolas sobre pasto (Fase de Operación).	Alto	Aumentar la frecuencia de rotación, permitir al menos 4 semanas de descanso entre ciclos y ajustar la carga animal. Aplicar aireación mecánica y resiembra si se detecta degradación.
<b>Contaminación atmosférica por vehículos:</b> Emisiones de gases de escape y partículas.	Transporte de insumos y alimentos (Fase de Operación).	Alto	Planificar logística para reducir viajes, utilizar proveedores locales y mantener vehículos eficientes en emisiones. Preferir tecnologías limpias si es posible.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los cuatro impactos priorizados presentan calificaciones Muy Altas o Altas en la matriz, lo que exige su gestión con enfoque preventivo. A continuación, se presentan de forma puntual sus características y medidas propuestas:

- Emisiones por tránsito vehicular y generación de polvo (contaminación atmosférica y del suelo): Durante las fases de instalación y operación, el movimiento constante de vehículos utilizados para el transporte de materiales e insumos puede provocar levantamiento de polvo, emisión de gases contaminantes y eventuales derrames de

fluidos como aceites o combustibles, lo cual representa un riesgo para la calidad del aire y el suelo, especialmente cuando se presentan con alta frecuencia o volumen.

Para reducir estos efectos, se propone realizar mantenimiento preventivo y periódico a los vehículos y equipos, a fin de mantenerlos en condiciones óptimas de operación, lo cual disminuye tanto las emisiones como la posibilidad de fugas. Asimismo, se recomienda planificar adecuadamente las rutas y frecuencias de transporte, con el propósito de reducir desplazamientos innecesarios y, por tanto, la presión sobre el entorno. Estas medidas contribuyen al control directo de las fuentes de emisión y a la reducción efectiva de la carga contaminante en el área de influencia.

- Manejo de estiércol y escorrentía (riesgo hídrico): El sistema de cría móvil de aves favorece la incorporación directa de nutrientes al suelo, beneficiando la cobertura vegetal. Sin embargo, sin un manejo adecuado, existe el riesgo de que el nitrógeno y el fósforo contenidos en las excretas sean arrastrados por la escorrentía hacia cuerpos de agua cercanos, afectando su calidad y promoviendo procesos como la eutrofización. Para mitigar este riesgo, es fundamental evitar la instalación de los módulos en zonas susceptibles a inundaciones o próximas a cauces, así como implementar medidas para el manejo seguro de los excedentes de estiércol. En caso de remover camas o recolectar excretas acumuladas, estos residuos deben ser compostados o aplicados al suelo en cantidades acordes con criterios agronómicos, evitando su uso en periodos de lluvias intensas, cuando la lixiviación de nutrientes es más probable.

Se recomienda también aumentar la frecuencia de rotación de los módulos y establecer barreras vegetales en los bordes de cuerpos de agua, las cuales actúan como franjas de contención natural. Estas acciones, en conjunto, permiten equilibrar el aprovechamiento agrícola del estiércol con la protección efectiva de los recursos hídricos (Secretaría de Agricultura, ganadería y pesca Argentina, 2015).

- Compactación del suelo vs. regeneración del pasto (rotación de módulos avícolas): El pisoteo de las aves puede compactar el suelo, reduciendo infiltración y productividad. No obstante, la rotación frecuente estimula el rebrote del pasto

gracias al aporte de nutrientes. Se recomienda mover los módulos cada 2 días y permitir un mínimo de 4 semanas de descanso por parcela, además de mantener densidades inferiores a las recomendadas por el ICA. En casos donde se observe compactación persistente, es conveniente aplicar prácticas de rehabilitación del suelo, como aireación mecánica o resiembra de especies forrajeras, lo cual mejora la estructura del suelo y potencia los beneficios de la fertilización orgánica aportada por las aves (Secretaría de Agricultura, ganadería y pesca Argentina, 2015).

### **Impactos Positivos y Beneficios Asociados:**

*Rotación de módulos avícolas sobre pasto (Pastoreo móvil):* Esta práctica, considerada de impacto ambiental positivo relevante, implica mover periódicamente los módulos avícolas sobre praderas. Aunque puede generar compactación localizada, los periodos de descanso promueven la recuperación del pasto y mejoran la salud del suelo.

Beneficios ambientales:

- Regeneración de cobertura vegetal: Al evitar la permanencia prolongada de las aves en una sola zona, se conserva la cobertura y se minimiza la erosión, promoviendo la biodiversidad forrajera.
- Fertilización natural: El estiércol distribuido directamente sobre el suelo aporta nitrógeno y fósforo, mejorando la fertilidad sin generar residuos concentrados.
- Control biológico y reducción de químicos: Las aves consumen insectos y semillas no deseadas, reduciendo la necesidad de plaguicidas.
- Sanidad y bienestar animal: El sistema disminuye la acumulación de patógenos y mejora las condiciones ambientales para las aves.
- Mejora del suelo y captura de carbono: La cobertura permanente y los aportes orgánicos fortalecen la estructura del suelo y pueden favorecer la retención de carbono (Harris, 2023).

### Beneficios productivos

- Reducción en el uso de concentrados: Se estima una disminución de hasta 50% en gallinas ponedoras y 20% en pollos de engorde.
- Eliminación de residuos y labores de limpieza: El estiércol se incorpora al sistema sin necesidad de manejo posterior.
- Diversificación y resiliencia: Permite integrar carne, con mayor valor de mercado y menor dependencia de insumos externos.

*Producción de forraje verde hidropónico (FVH):* Esta técnica, de impacto moderado a positivo, usa bandejas hidropónicas para germinar cereales, generando forraje sin suelo y libre de agroquímicos.

### Beneficios ambientales:

- Uso eficiente del agua: Produce forraje con 30 a 50 veces menos agua que los métodos tradicionales.
- Menor demanda de suelo: Requiere hasta 100 veces menos superficie y evita la degradación por labranza o sobrepastoreo.
- Sin agroquímicos: La hidroponía prescinde de plaguicidas y fertilizantes convencionales, evitando escorrentías contaminantes.
- Reducción de emisiones: Disminuye la huella de carbono al evitar el transporte de forrajes y puede integrarse con energías renovables.
- Adaptación climática: Ofrece producción constante, incluso en condiciones climáticas adversas, asegurando disponibilidad de alimento.

### Beneficios productivos:

- Alto valor nutricional: El FVH tiene buena digestibilidad y niveles óptimos de proteína y vitaminas.
- Producción continua: Su ciclo corto permite programación precisa y disponibilidad constante.
- Adaptabilidad a espacios reducidos: Es escalable, eficiente en superficie y viable para pequeños productores.

- Reducción de costos a largo plazo: Disminuye la compra de forraje externo, consumo de agua y uso de insumos químicos.

Se anexa la matriz de valoración utilizada como soporte metodológico del presente análisis.

*Prevención, Mitigación, Corrección, Compensación, Plan de Abandono y Monitoreo*

Para asegurar que los impactos identificados sean efectivamente evitados o minimizados, se han formulado medidas de manejo ambiental integrales. Estas medidas se agrupan en seis categorías clásicas – *prevención, mitigación, corrección, compensación, abandono(cierre) y monitoreo*– que abarcan todas las fases del proyecto. A continuación, se presentan las principales medidas propuestas en cada categoría:

- **Prevención:** Son las acciones dirigidas a evitar que ocurra el impacto o a eliminar su causa desde el diseño del proyecto. En este caso, las medidas preventivas incluyen la selección cuidadosa del sitio de intervención dentro de la reserva, usando un claro existente o área ya degradada, para no remover vegetación nativa significativa ni alterar hábitats sensibles. Asimismo, se prioriza realizar las actividades de instalación en época seca para prevenir erosión y arrastre de sedimentos por lluvias. Otra medida preventiva clave es el diseño del sistema de pastoreo rotacional: estableciendo un número de aves acorde a la capacidad de carga del terreno y un calendario de rotación frecuente, se previene de antemano el sobrepastoreo y la compactación crónica del suelo, los pollos no permanecerán mucho tiempo en un mismo sitio, evitando degradación (sostenible, 2025). De igual forma, se evitará el uso de agroquímicos, como fertilizantes o pesticidas que pudieran contaminar el entorno; en su lugar, el proyecto se diseña desde el inicio bajo principios orgánicos. Finalmente, se capacitará al personal en buenas prácticas ambientales antes de iniciar operaciones, de modo que se prevengan conductas inadecuadas, por ejemplo, no arrojar residuos, no hacer fogatas, respetar la fauna silvestre, etc.
- **Mitigación:** Son medidas destinadas a disminuir la intensidad, extensión o duración de los impactos que no pueden prevenirse completamente. Dado que el proyecto no contempla construcciones permanentes ni obras en cemento, sino únicamente la instalación de estructuras portátiles y desmontables, los impactos durante la fase de

instalación serán mínimos. No obstante, se aplicarán buenas prácticas para minimizar cualquier afectación temporal, como el manejo y disposición adecuada de residuos sólidos generados, promoviendo su clasificación y reciclaje cuando sea posible. En caso de generarse polvo por el tránsito o manipulación de materiales, se aplicará humectación del suelo de forma localizada. Se conservará la cobertura vegetal perimetral como barrera viva para reducir escorrentías y evitar la movilización de partículas hacia cuerpos de agua cercanos.

Durante la operación, se mitigarán los posibles impactos mediante un manejo integral de los estiércoles: se establecerá un área destinada al compostaje donde se depositará la gallinaza recolectada de forma periódica, mezclándola con materiales secos como hojarasca o aserrín, lo cual favorecerá su descomposición aeróbica, reducirá olores y permitirá su reutilización como abono orgánico fuera de la reserva. Para controlar la proliferación de insectos y minimizar olores, se priorizará la recolección frecuente de excretas y residuos orgánicos, así como la rotación continua de los módulos móviles, evitando la acumulación prolongada en un mismo punto del terreno.

En la unidad hidropónica, se evitarán vertimientos mediante la instalación de un sistema cerrado de recirculación con tanque de captación. La fracción agotada de la solución nutritiva será retirada periódicamente y empleada en fertirriego controlado fuera del área protegida, garantizando que no se realicen descargas al entorno natural. Se utilizarán sensores o rutinas de monitoreo para optimizar el uso del agua y prevenir su desperdicio.

Para evitar conflictos con la fauna silvestre, los módulos móviles destinados a las aves estarán provistos de cubiertas superiores en malla que impidan tanto el ingreso de depredadores como la dispersión de las gallinas. El alimento concentrado será almacenado en recipientes herméticos y ubicados en sitios seguros para reducir el riesgo de atracción de fauna oportunista como roedores.

Finalmente, se evaluará la viabilidad técnica y normativa del uso de fuentes limpias para el suministro energético de la unidad hidropónica. De ser posible y autorizado,

se considerará la instalación de sistemas solares fotovoltaicos que reduzcan la dependencia energética y la huella de carbono del proyecto.

Estas medidas permiten mitigar los principales impactos asociados a la operación del proyecto, alineándose con el enfoque de mínima intervención, sostenibilidad y cumplimiento normativo requerido en áreas protegidas como la RFPBOB.

- **Corrección:** Las medidas correctivas son aquellas aplicadas después de ocurrido un impacto o detectada una desviación, con el fin de reparar, restaurar o remediar el medio ambiente afectado. Aunque la prevención y mitigación reducirán al mínimo las incidencias, se tienen previstos planes de contingencia. Por ejemplo, si por efecto de lluvias excepcionales ocurre un evento erosivo en el área de pastoreo, la medida correctiva será realizar de inmediato la rehabilitación del suelo: relleno y nivelación de surcos, aplicación de acolchados orgánicos y siembra de gramíneas nativas para estabilizar el terreno. Si accidentalmente alguna sustancia se derramara fuera del contenedor, la corrección consistirá en neutralizar y recoger el material derramado: diluirlo con abundante agua, remover la capa de suelo afectada y disponerla adecuadamente, evitando así contaminación permanente. En caso de mortalidad inusual de aves por enfermedad, se activarán protocolos de bioseguridad, incluyendo la disposición sanitaria de los individuos muertos para prevenir contaminación biológica y la desinfección del área. Otra medida correctiva, si se observara deterioro de la cobertura vegetal en algún potrero (señal de rotación inadecuada), se suspenderá el pastoreo en esa parcela por el tiempo necesario y se resembrarán especies forrajeras benéficas para acelerar su recuperación. Del mismo modo, si se identificara una interacción negativa con fauna, por ejemplo, algún animal silvestre lastimado por el cercado, se corregiría el diseño del cerco o se implementarían refuerzos para evitar repetición. Estas medidas de corrección aseguran que cualquier impacto no previsto o daño incidental sea atendido de forma inmediata, restituyendo el ambiente a su condición lo más cercana posible a la original.
- **Compensación:** Las medidas compensatorias buscan resarcir o equilibrar los impactos residuales que no pudieron evitarse ni mitigarse completamente, mediante beneficios equivalentes al ambiente. En el contexto de este proyecto, dado su bajo impacto, las compensaciones serán principalmente ecológicas y comunitarias. Por

ejemplo, si a pesar de todo se debe remover algún árbol o arbusto nativo durante la instalación, se compensará reforestando dos o más ejemplares de la misma especie o especies nativas de interés en zonas de la reserva que lo requieran, en coordinación con la autoridad ambiental. De igual forma, se propone establecer una franja arbórea protectora adicional en el lindero de la parcela, plantando árboles nativos que a largo plazo fortalezcan la conectividad ecológica local y provean hábitat a la fauna, compensando cualquier alteración del hábitat original. Otra compensación considerada es de tipo educativo-social: el proyecto se compromete a realizar talleres o jornadas de capacitación sobre agricultura sostenible para la comunidad local y visitantes, difundiendo las buenas prácticas implementadas. Esto compensaría en parte la ocupación del espacio dentro de la reserva, aportando conocimiento y conciencia ambiental alineado con los objetivos del área protegida. En general, las medidas de compensación garantizarán que el balance neto del proyecto sea positivo o neutro para la RFPBOB, aportando mejoras que equivalgan o superen cualquier pequeña pérdida ocasionada.

- Plan de abandono: Corresponde al conjunto de acciones planificadas para cuando el proyecto termine su vida útil, de modo que el área quede en condiciones ambientalmente estables y, de ser posible, mejor que al inicio. Entre ellas, el retiro completo de todas las infraestructuras, vinculando desmontaje de módulos hidropónicos, retiro de cercas, mallas, estructuras móviles, tanques, etc, evitando enterrar o dejar materiales. Cada elemento se llevará fuera de la reserva para su reúso, o disposición final en sitios autorizados. Se realizará una limpieza general exhaustiva del área, recogiendo cualquier residuo remanente. Posteriormente, se efectuará la restauración del terreno: si quedaron suelos compactados por el tránsito, se ararán superficialmente para aflojarlos; si hay áreas desnudas, se resembrarán con vegetación nativa de rápido crecimiento para proteger el suelo. También se plantarán árboles o arbustos nativos propios de los Cerros Orientales en puntos estratégicos, con el doble propósito de acelerar la recuperación ecológica y compensar la pérdida temporal de cobertura ocurrida durante la vida del proyecto, esta última actividad bajo la debida aprobación de la CAR. Durante este proceso de abandono, se continuará monitoreando el sitio por un tiempo definido puede ser de 1 a 2 años posteriores, para asegurar que la regeneración vegetal sea exitosa y no surjan problemas. Un aspecto fundamental es el destino de las aves y

demás componentes biológicos: antes de dismantelar, los pollos del sistema rotacional serán reubicadas a granjas o proyectos similares fuera de la reserva, garantizando su bienestar; no quedará ningún animal doméstico en la zona. Con todas estas medidas, el abandono planificado permitirá que, tras la salida del proyecto, el área retome su condición natural sin impactos persistentes, cerrando así el ciclo de manera ambientalmente responsable.

- Sistemas de monitoreo y control: Finalmente, se implementará un programa de monitoreo ambiental continuo, transversal a todas las fases del proyecto, con el objetivo de verificar el cumplimiento de las medidas de manejo y observar la evolución de los factores ambientales clave. Dado que el proyecto estará liderado por campesinos con recursos económicos limitados, se priorizarán estrategias de monitoreo accesibles y prácticas, sin dejar de lado el rigor necesario para detectar posibles impactos.

En lugar de realizar análisis de laboratorio costosos de forma regular, se fomentará el uso de indicadores visuales y técnicas de observación participativa para el seguimiento ambiental. Por ejemplo, para el monitoreo de calidad del agua, se observarán cambios visibles en color, olor o turbidez en las quebradas cercanas al área de influencia. Solo en caso de identificarse alteraciones persistentes o sospechosas, se gestionará con apoyo institucional o interinstitucional la toma de muestras por laboratorios acreditados, buscando acompañamiento técnico de la CAR o de entidades académicas.

El seguimiento del suelo en las parcelas de pastoreo se realizará mediante observación directa de la cobertura vegetal y pruebas sencillas de compactación (como pruebas con varilla o penetrómetro manual artesanal), que permitirán detectar pérdida de infiltración o degradación superficial. Se utilizarán listas de chequeo para registrar el porcentaje de cobertura antes y después de cada rotación, ajustando la frecuencia de uso según la capacidad de recuperación del terreno. También se observarán signos visuales de mejora o empobrecimiento del suelo (como presencia de lombrices, textura, olor, o crecimiento de vegetación).

En cuanto a la fauna y flora silvestre, el monitoreo consistirá en el registro sistemático de avistamientos de animales y especies vegetales durante recorridos habituales por el predio. Los productores llevarán un cuaderno de campo o bitácora

donde anotarán la presencia de aves, mamíferos u otros animales, así como la aparición de especies vegetales invasoras o no deseadas, que serán retiradas manualmente cuando sea necesario.

Para la unidad hidropónica, se controlará de manera práctica el volumen de agua utilizado mediante registros manuales de los ciclos de recirculación, así como el estado de las soluciones nutritivas y cualquier residuo generado. La salud y el comportamiento de las aves se supervisará mediante inspecciones visuales diarias, observando aspectos como el plumaje, apetito, movilidad y producción, los cuales permiten anticipar signos de enfermedad o estrés, tanto por bienestar animal como para prevenir afectaciones a la fauna silvestre del entorno.

El proyecto llevará un registro mensual de estas observaciones, consolidado semestralmente en un informe técnico básico que será compartido con la autoridad ambiental (CAR), permitiendo hacer seguimiento y evidenciar el cumplimiento de las medidas acordadas. Siempre que sea posible, se buscará el acompañamiento de instituciones públicas o académicas para fortalecer el monitoreo con acciones puntuales de mayor profundidad técnica, sin trasladar estos costos a los productores.

Este esquema de monitoreo participativo, simple y adaptable garantiza un seguimiento ambiental efectivo, sostenible en el tiempo y ajustado a la realidad del proyecto, promoviendo la apropiación comunitaria del cuidado ambiental y la mejora continua del desempeño del sistema agro-sostenible en la RFPBOB.

El proyecto agro-sostenible propuesto ha sido diseñado en coherencia con los objetivos de conservación de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y con el marco normativo vigente. A través de una planificación cuidadosa y la incorporación de medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación, se asegura que las actividades productivas para la cría avícola rotativa y forraje hidropónico no generen expansión ni transformación del entorno, ni comprometan la integridad de los ecosistemas locales. Por el contrario, el proyecto se alinea con los principios de la economía campesina sostenible, demostrando que es posible mejorar las condiciones de vida y producción de la comunidad local sin detrimento del ambiente.

En términos ambientales, el esquema propuesto evita los impactos significativos: no requiere desmonte de vegetación nativa, minimiza el uso de agua y suelo adicionales mediante tecnología hidropónica, y emplea prácticas agroecológicas que incluso pueden favorecer la restauración ecológica; mejorando suelos degradados, fomentando la biodiversidad funcional en la parcela. Se trata de un modelo de producción circular y resiliente, donde los “residuos” de un componente como el estiércol de las aves se vuelven insumos para otro, cerrando ciclos y reduciendo la contaminación.

El proyecto responde así a los objetivos integrales de restauración y sostenibilidad: contribuye a la protección de los ecosistemas estratégicos de la ciudad de Bogotá, al no ejercer presión sobre él y más bien apoyar su recuperación, promueve la seguridad alimentaria local con carne producida de manera limpia y reduce la dependencia de insumos externos como granos y agua, mediante innovación apropiada. La obtención del visto bueno por parte de la CAR confirma que las iniciativas productivas en zonas rurales pueden compatibilizarse con la conservación ambiental cuando se planifican técnicamente. En conclusión, este Estudio Ambiental evidencia que la propuesta agro-sostenible en la RFPBOB no solo cumple con las restricciones normativas de conservación, sino que también aporta beneficios tangibles al medio ambiente y a la comunidad, sirviendo como modelo de economía campesina ecológica y regenerativa que coexiste armoniosamente con el bosque protegido.

### **Estudio Financiero**

El presente estudio financiero tiene como objetivo analizar el comportamiento de variables clave, como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN), frente a los distintos escenarios estructurados en los estudios anteriores. A continuación, se presentan las consideraciones metodológicas empleadas para su elaboración, las variables de interés analizadas, el análisis de sensibilidad realizado y los escenarios evaluados.

#### *Consideraciones:*

El estudio financiero contempla una tasa de inflación constante del 3% a lo largo de los 10 años de ejecución de las actividades avícolas. El horizonte de análisis está determinado

por la vida útil y el periodo de amortización de los distintos módulos del proyecto (módulo avícola, módulo hidropónico, módulo invernadero).

Crédito:

Debido a la que es posible que la inversión no sea totalmente subsidiada, se considera un préstamo a pagar en 5 años, esta información y su proceso de amortización se presentan en el anexo de análisis financiero en la pestaña 3.

Operación módulo avícola:

El módulo avícola tiene una programación típica de 70 días, dando 5,2 ciclos al año de operación. Como resultado, operar el módulo avícola, tiene los siguientes datos relevantes para estructurar el flujo de caja:

**Tabla 9. Valores e interés de la operación del módulo avícola**

Métrica	Valor
Duración operación	70 días
Costo alimento preiniciador	\$123.357
Costo alimento iniciador	\$504.503
Costo alimento de engorde	\$805.731
Consumo de forraje	165 kg
Producción total	471 kg

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Por otro lado, el módulo hidropónico tiene una operación mucho más rápida; con ciclos típicos de 13 días, para un total de 27 ciclos al año.

**Tabla 10. Valores e interés de la operación del módulo hidropónico**

Métrica	Valor
Duración Operación	13 días
Costo semillas	\$208.813
Costo agua	\$2.771
Costos nutrientes	\$25.400

Fuente: Elaboración propia, 2025.

*Inversión inicial:*

Los costos asociados a equipos e inversiones en activos se presentan a continuación:

**Tabla 11. Valores Inversión inicial**

Ítem	Valor
Equipos	\$3.000.000
Módulos avícolas	\$4.132.050
Módulo de invernadero	\$1.805.070
Modulo hidropónico	\$967.383

Fuente: Elaboración propia, 2025.

*Capital de trabajo:*

Para poder mantener la operación y evitar paradas frente a contingencias, se establece un capital de trabajo equivalente a los insumos necesarios para un ciclo del módulo avícola. Este valor crece año a año de acuerdo con la inflación y se recupera su totalidad en el año 10.

*Análisis de sensibilidad:*

Las variables de interés son: Precio venta pollo, precio alimento engorde, el monto del préstamo y la tasa de préstamo.

**Tabla 12. Análisis de sensibilidad sobre TIR; precio de venta pollo y precio alimento de engorde**

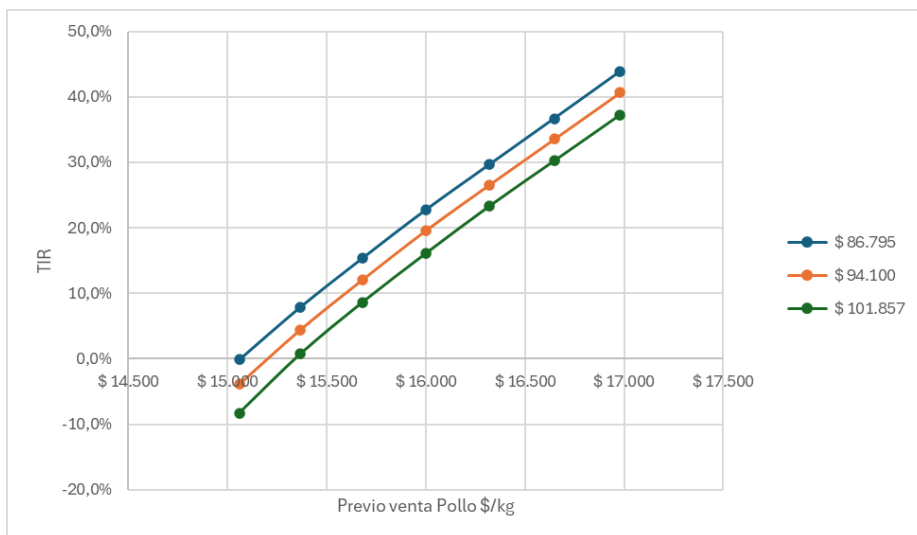
TIR		Precio venta Pollo \$/kg						
		\$ 15059	\$ 15366	\$ 15680	\$ 16000	\$ 16320	\$ 16646	\$ 16979
Precio Alimento Engorde	\$ 86795	-0.2%	7.9%	15.3%	22.8%	29.7%	36.7%	43.9%
	\$ 88566	-1.0%	7.0%	14.5%	22.0%	28.9%	35.9%	43.1%
	\$ 90374	-2.0%	6.2%	13.7%	21.2%	28.1%	35.1%	42.3%
	\$ 92218	-2.9%	5.3%	12.9%	20.4%	27.4%	34.3%	41.5%
	\$ 94100	-3.9%	4.4%	12.1%	19.6%	26.6%	33.5%	40.7%
	\$ 95982	-4.9%	3.5%	11.2%	18.7%	25.8%	32.7%	39.8%

	\$ 97902	-5.9%	2.6%	10.4%	17.9%	25.0%	31.9%	39.0%
	\$ 99860	-7.0%	1.7%	9.5%	17.0%	24.2%	31.1%	38.1%
	\$ 101857	-8.3%	0.7%	8.6%	16.1%	23.3%	30.2%	37.3%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

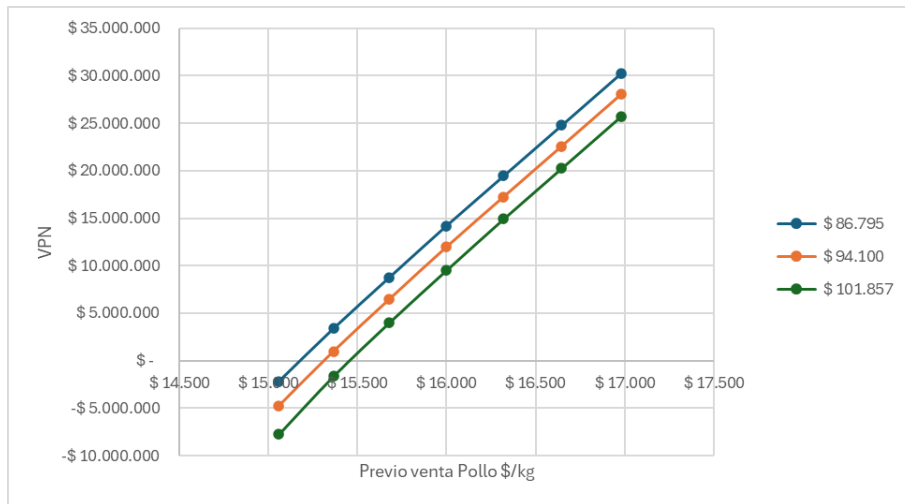
De manera similar se ha obtenido la sensibilidad de la variable de VPN.

**Ilustración 19. Precio venta Pollo \$/kg vs. TIR, a diferente Precio Alimento Engorde**



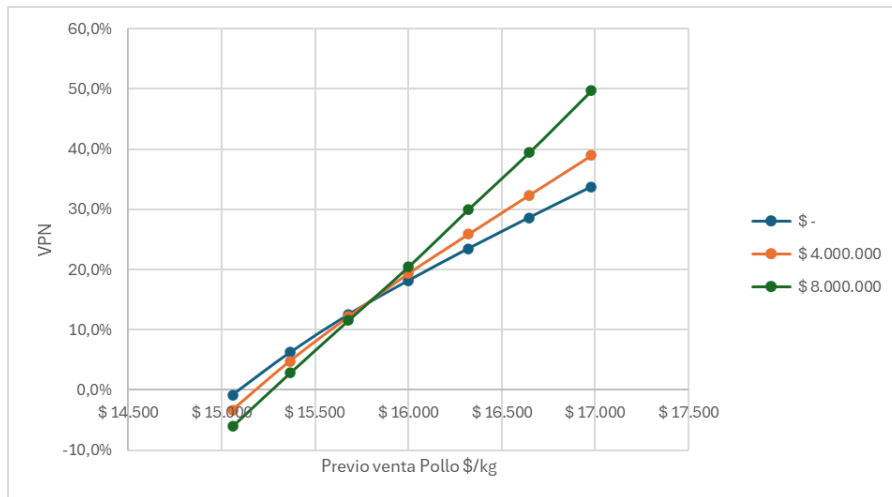
Fuente: Elaboración propia, 2025.

**Ilustración 20. Previo venta \$/kg vs. VPN, a diferente Alimento Engorde**



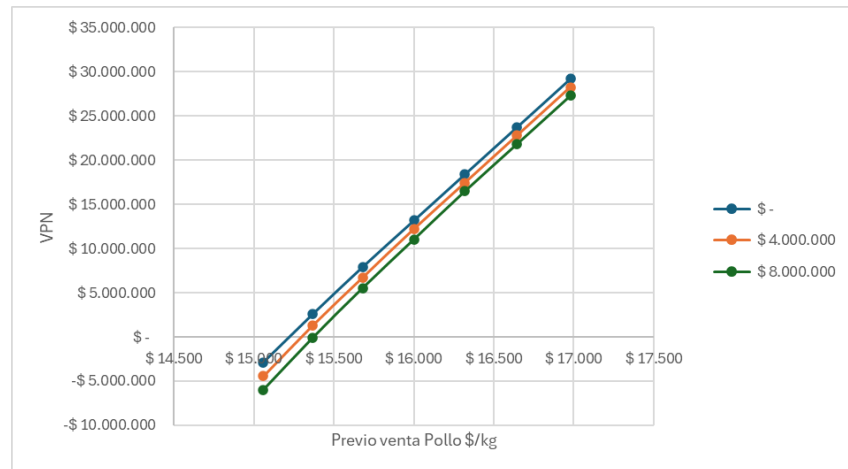
Fuente: Elaboración propia, 2025.

**Ilustración 21. Previo venta \$/kg vs. TIR, a diferente Valor préstamo**



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Ilustración 22. Previo venta \$/kg vs. TIR, a diferente Valor préstamo



Fuente: Elaboración propia, 2025.

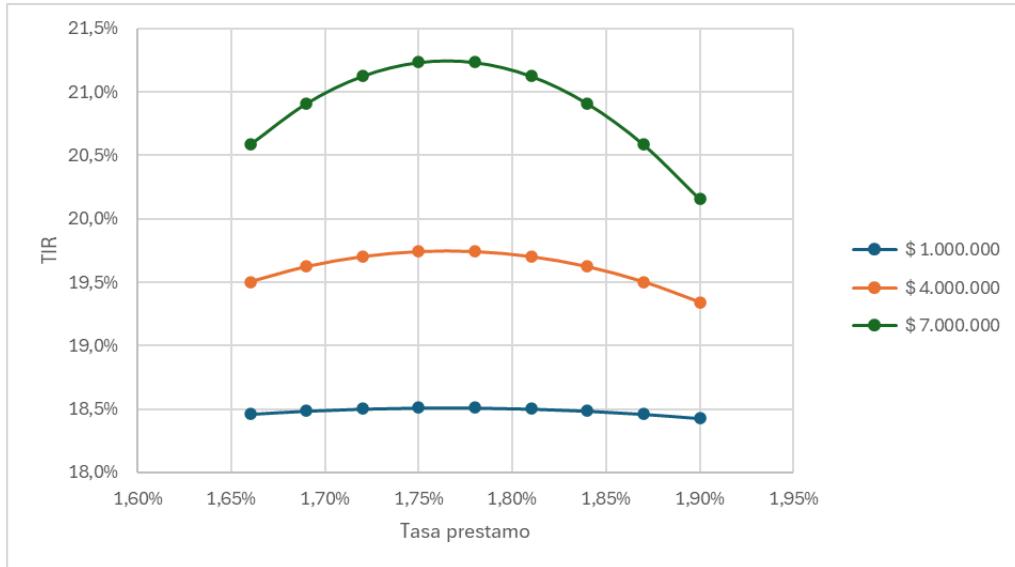
El análisis de sensibilidad evidencia que la variable de mayor importancia es el valor de venta de la producción avícola. Esto se debe a que esta es la principal fuente de ingresos dentro del flujo de caja y el proyecto. Sin embargo, se destaca que el alimento de mayor consumo, como lo es el alimento de engorde, no afecta en igual medida que el de precio de venta. Es así como una disminución del precio de venta en 6% inviabiliza la inversión, mientras que una disminución del 8% en alimento no.

Esto se puede deber a que a la producción avícola en el país es una industria consolidada, con grandes productores y márgenes pequeños.

Sin embargo, no se debe desnaturalizar el alcance de la inversión aquí presentada; ya que esta, a pesar de ser una inversión pequeña, se encuentra lejos de las características de producciones de subsistencia, las cuales típicamente no consideran una recuperación de capital como al actualmente presentada.

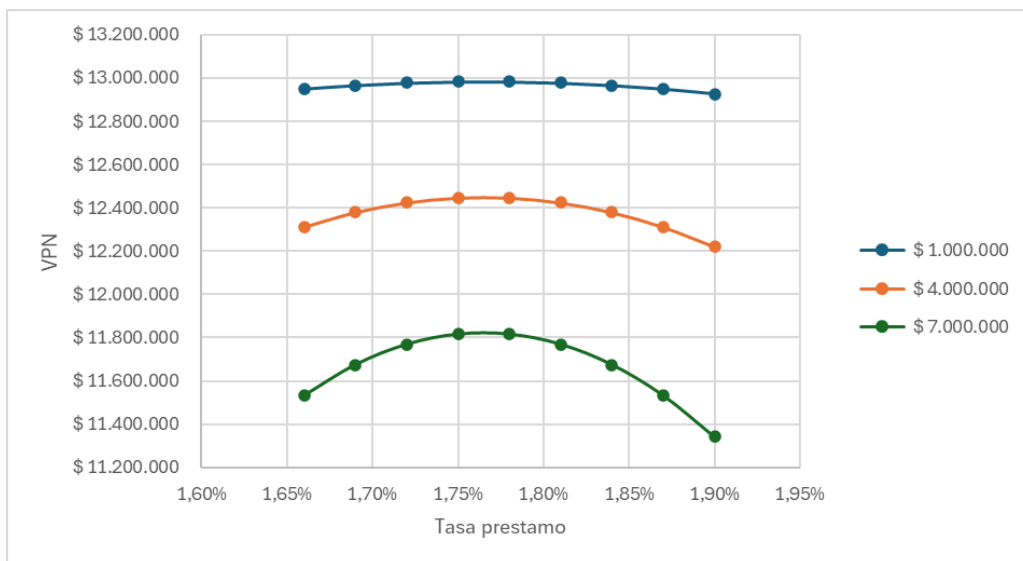
**Análisis de TIR vs VPN:**

**Ilustración 23. Tasa préstamo vs. TIR , a diferente Valor préstamo**



Fuente: Elaboración propia, 2025.

**Ilustración 24 Tasa préstamo vs. VPN , a diferente Valor préstamo**



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Al realizar el análisis de sensibilidad sobre los valores de los préstamos y la tasa de interés asociada, se observa que los indicadores de TIR y VPN alcanzan su valor máximo con una tasa del 1.78%. No obstante, se evidencia que la TIR tiende a mejorar a medida que aumentan los montos de los préstamos, mientras que el VPN muestra una tendencia decreciente con montos más elevados.

Aunque pueda parecer contradictorio, esta situación se explica por el apalancamiento de la inversión. La decisión de invertir debe evaluarse considerando las condiciones particulares de cada ejecutor. No obstante, bajo la estructura fiscal, de ingresos y costos aquí planteada, siempre resultará más conveniente optar por un préstamo de menor cuantía, ya que esto incrementa significativamente el valor presente neto. En este contexto, los subsidios gubernamentales tendrían un mayor impacto positivo en la sociedad, al facilitar la transferencia de recursos hacia los actores que implementen dicha iniciativa

### Escenarios:

A continuación, se presentan algunos escenarios extremos, en los cuales se evidencia que la variable predominante es el valor del precio de venta del pollo.

**Tabla 13. Escenarios extremos**

Variable de interés	Incremento en costos 10%; 0.5% más de tasa y sin subsidio	Esperado	Sin Subsidio	Precio venta pollo -5%
Valor alimento master Pollito	\$ 114 400	\$ 104 000	\$ 104 000	\$ 104.000
Valor alimento Nutrepollo	\$ 106 040	\$ 96 400	\$ 96 400	\$ 96.400
Valor Alimento engorde	\$ 103 510	\$ 94 100	\$ 94 100	\$ 94.100
Tasa préstamo	2.28%	1.78%	1.78%	1.78%
Valor venta pollo	\$ 16 000	\$ 16 000	\$ 16 000	\$ 15 200
Préstamo	\$ 9 904 503	\$ 4 904 503	\$ 9 904 503	\$ 4 904 503
Subsidio	\$ -	\$ 5 000 000	\$ -	\$ 5 000 000
VPN	\$ 3 782 488.03	\$11 967 780.67	\$10 474 721.13	-\$ 2 057 036.08
TIR	8.7%	19.6%	21.3%	0.0%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Considerando la generación de valor como el objetivo principal de una inversión, por encima de la rentabilidad inmediata, el escenario más favorable es aquel que combina un bajo nivel de apalancamiento con financiamiento a una tasa preferencial del 1.78% efectivo mensual. De los escenarios analizados, se destaca que incluso ante incrementos significativos en la tasa de interés (hasta un 2.28% efectivo mensual o 31.97% efectivo anual) y aumentos sustanciales en los principales insumos, la inversión continúa mostrando niveles positivos tanto de rentabilidad como de generación de valor.

## CONCLUSIONES

- Viabilidad integral del modelo agro-sostenible propuesto. El estudio de prefactibilidad demostró que es viable implementar un modelo agro-sostenible dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB), siempre que se respeten los lineamientos del Plan de Manejo Ambiental y se articule adecuadamente con la comunidad, las entidades ambientales y el soporte técnico. La propuesta, que combina módulos móviles para cría rotacional de pollos de engorde y un invernadero hidropónico de pequeña escala, se ajusta a las restricciones normativas y ecológicas de la reserva, y responde a las necesidades de ingreso y subsistencia de las familias campesinas residentes.
- Coherencia normativa y compatibilidad ambiental. El modelo se enmarca en las actividades permitidas en zonas de uso sostenible de la RFPBOB, tal como lo establece la Resolución 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. No requiere construcción permanente ni expansión de la frontera agrícola, y utiliza materiales desmontables y prácticas de mínimo impacto, garantizando su compatibilidad con los objetivos de conservación y restauración del ecosistema andino.
- Pertinencia técnico-productiva y adaptabilidad campesina. La integración de hidroponía y avicultura móvil permite optimizar el uso de recursos como el agua, el suelo y los nutrientes, mientras diversifica la producción local. El diseño técnico considera la realidad territorial de la reserva, incluyendo limitaciones logísticas y de acceso, y puede ser operado por familias campesinas con acompañamiento inicial. Las estructuras propuestas son funcionales, replicables y adaptadas a la escala de la economía campesina.
- Impactos positivos y mitigación ambiental efectiva. El análisis ambiental identificó impactos negativos potenciales de baja a moderada significancia, los cuales pueden ser mitigados mediante rotación frecuente de los módulos, compostaje del estiércol, recirculación de nutrientes en el sistema hidropónico y monitoreo participativo. Asimismo, se reconocen impactos positivos como la fertilización natural del suelo, el control biológico de plagas y la regeneración de cobertura vegetal, alineándose con los principios de la conservación productiva.

- Relevancia social y alineación con políticas públicas. El modelo propuesto responde a una necesidad histórica de las comunidades rurales de la RFPBOB: poder habitar y producir en la reserva sin transgredir su marco legal. Además, se alinea con la Política Pública de Ruralidad y los programas distritales de desarrollo sostenible, facilitando la inversión institucional sin vulnerar las restricciones de uso del suelo. Su implementación permitiría orientar recursos públicos hacia iniciativas realmente ejecutables, superando la brecha entre planificación y normatividad.
- Sostenibilidad económica y replicabilidad del sistema. El estudio financiero evidenció que el modelo es económicamente viable para escala familiar, con bajos costos operativos y posibilidad de generar ingresos a partir de excedentes comercializables. La inclusión de prácticas de autoconsumo, el uso eficiente de insumos y la valorización de productos agroecológicos fortalecen la resiliencia económica. Además, el sistema puede replicarse en otros predios con características similares, promoviendo su escalabilidad dentro de la estrategia distrital de sostenibilidad rural.

## REFERENCIAS

- Acosemillas.org. (2021, 16 de septiembre). *Costos de producción agrícola subirían hasta 40% por alza en los precios de insumos*. <https://acosemillas.org/costos-de-produccion-agricola-subirian-hasta-40-por-alza-en-los-precios-de-insumos/>
- Agencia de Desarrollo Rural - ADR. (2019). *Resolución 590 de 2019*. <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Resolucion-0590.pdf>
- Agropecuaria-UPRA, U. d. (2025, 25 de abril). *Precios de fertilizantes registran su mayor incremento en nueve meses*. <https://upra.gov.co/es-co/saladeprensa/Paginas/Precios-de-fertilizantes-registran-su-mayor-incremento-en-nueve-meses.aspx>
- Agropecuario-UPRA, U. d. (2025, mayo). *UPRA*. [https://upra.gov.co/es-co/Boletines\\_Reportes/PIB%20I%20trimestre%202025.pdf](https://upra.gov.co/es-co/Boletines_Reportes/PIB%20I%20trimestre%202025.pdf)
- Alcaldía de Bogotá. (2021). *Gallina Feliz: aves más saludables y huevos más ricos en la ruralidad de Bogotá*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/conoce-los-beneficios-del-proyecto-gallina-feliz-en-las-zonas-rurales>
- Alcaldía de Bogotá. (2024). *Celebra sus 20 años de historia 6 y 7 de junio: Gran Mercado Campesino en Bogotá*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/desarrollo-economico/mercado-en-bogota-con-los-mercados-campesinos-6-y-7-de-junio-2024>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2025). *Presupuesto 2025- Plan Operativo Anual de Inversiones POAI*. [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/poai2025\\_decreto470\\_2024.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/poai2025_decreto470_2024.pdf)
- Asana, I. (2025). *Matriz Raci: qué es, cómo crearla con ejemplos y alternativas online*. <https://asana.com/es/resources/raci-chart>
- Behrens, W. (1994). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*. ONUDI.
- Bolsa Mercantil de Colombia. (2024, 8 de julio). *Desafío abastecimiento abonos y fertilizantes producción agrícola*. <https://www.bolsamercantil.com.co/desafio-abastecimiento-abonos-y-fertilizantes-produccion-agricola>

Brundtland, G. (1987). *Naciones Unidas*.

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

CAR, C. A. (2006). Resolución 1141 de 2006.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=20128>

CDB. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/convention/text/>

Colombia, C. d. (s.f.). Ley 99 de 1993.

[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html)

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR. (2016). *Modificación al Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá*.

Corporación colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA. (2024, 24 de agosto). Producción de forraje verde hidropónico.

<https://www.agrosavia.co/noticias/producci%C3%B3n-de-forraje-verde-hidrop%C3%B3nico-una-alternativa-viable-para-la-alimentaci%C3%B3n-animal-un-espacio-de-aprendizaje-en-el-proyecto-i%C3%B3venes-rurales>

DANE. (2025). *BOLETÍN TÉCNICO - Producto Interno Bruto (PIB) T*.

Dane. (2025, 15 de mayo). *Boletín Técnico Dane*.

<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PIB/bol-PIB-ltrim2025.pdf>

FAO. (2021, 16 de febrero). *Producción de forraje verde hidropónico*.

<https://www.fao.org/newsroom/story/Hydroponic-fodder-production-an-innovative-solution-in-times-of-drought/es>

Group, A. (2025, mayo). Ross 308. <https://aviagen.com/es/brands/ross/products/ross-308>

Guerrero Robayo, A. T. (2024, 12 de noviembre). *Productividad agropecuaria en "Reservas Forestales Protectoras" de Colombia*.

<https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1343>

Harris, J. (2023, enero). Managed rotational grazing policies.

<https://www.vermontlaw.edu/wp-content/uploads/2024/07/Managed-Rotational-Grazing.pdf>

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.

Iberdrola, S. (2025). *Hidroponía, una técnica de cultivo aliada de la sostenibilidad*.

<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-hidroponia-y-ventajas>

Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2014). *Resolución 3652 de 2014*.

<https://www.ica.gov.co/getattachment/124802ad-c49c-470d-809e-a9ce5ad3db76/2014R3652.aspx>

Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2025). *El ICA establece los requisitos para obtener el registro sanitario de predio avícola en el país*.

<https://www.ica.gov.co/noticias/pecuaria/2015/el-ica-establece-los-requisitos-para-obtener-el-re>

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2017). *Resolución Ica 30021 de 2017*.

<https://www.ica.gov.co/getattachment/9d8fe0fa-66d2-4feb-9513-cbba30dc4844/2017R30021.aspx>

Luis Andrés Polack, R. E. (2020). *Control biológico de plagas en horticultura*.

[file:///Users/nata/Downloads/CONICET\\_Digital\\_Nro.9ad8cbd0-10df-4d84-b987-2ac7f745974e\\_A.pdf](file:///Users/nata/Downloads/CONICET_Digital_Nro.9ad8cbd0-10df-4d84-b987-2ac7f745974e_A.pdf)

Mesa de Los Cerros Orientales. (2008, 19 de noviembre). *LOS TERRITORIOS DE LOS CERROS ORIENTALES NOS MOVILIZAMOS*. <https://mesacerros.wordpress.com/>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Resolución 253 de 2020*.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=101246>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Resolución 1766 de 2016*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016, 7 de diciembre). *Minambiente presenta plan de manejo de reserva forestal de los cerros orientales de Bogotá*.

<https://www.minambiente.gov.co/minambiente-presenta-plan-de-manejo-de-reserva-forestal-de-los-cerros-orientales-de-bogota/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS. (2016). Resolución 1766 de 2016.

Ministerio de Ambiente, V. y. (2025). *RESOLUCION 0463 DE 2005*.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16272>

Organización de las Naciones Unidas. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe*. <https://www.fao.org/4/i3788s/i3788s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001). *MANUAL TECNICO FORRAJE VERDE HIDROPONICO*.

<https://www.fao.org/4/ah472s/ah472s00.pdf>

Organización Mundial de Sanidad Ambiental. (2025). *Bienestar Animal*.

<https://www.woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>

República, P. d. (2025). *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>

Secretaría de Agricultura, ganadería y pesca Argentina. (2015, diciembre). *Buenas prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano*.

[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/otros/\\_archivos/151216\\_Buenas%20Practicas%20de%20Manejo%20y%20Utilizacion%20de%20Cama%20de%20Pollo%20y%20Guano%20de%20Gallina.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/otros/_archivos/151216_Buenas%20Practicas%20de%20Manejo%20y%20Utilizacion%20de%20Cama%20de%20Pollo%20y%20Guano%20de%20Gallina.pdf)

Secretaría de Planeación Bogotá. (2023). *Panorama de la ruralidad bogotana: Una radiografía socioeconómica*.

[https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/1.\\_panorama\\_economico\\_ruralidad\\_digital.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/1._panorama_economico_ruralidad_digital.pdf)

Secretaría Distrital de Ambiente. (2024). *Bogotá es más campo que cemento*.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2025). Cerros Orientales.

<https://www.ambientebogota.gov.co/cerros-orientales1>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2025). *Pagos por servicios ambientales*.

<https://www.ambientebogota.gov.co/pagos-por-servicios-ambientales>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2025). Política Pública Distrital de Ruralidad.

<https://www.ambientebogota.gov.co/politica-publica-distrital-de-ruralidad>

Secretaría Distrital de Planeación. (2024). *Plan Desarrollo Bogotá 2024-2027*. [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/libro\\_pdd\\_bogota\\_camina\\_segura\\_2024-2027.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/libro_pdd_bogota_camina_segura_2024-2027.pdf)

Secretaría Distrital ambiente. (2023). *Bogotá: corazón que une al campo, llega a la ciudad*. [https://www.ambientebogota.gov.co/archivo-de-noticias/-/asset\\_publisher/zqSxIIlEtEx3/content/gran-mercado-campesino-en-bogota](https://www.ambientebogota.gov.co/archivo-de-noticias/-/asset_publisher/zqSxIIlEtEx3/content/gran-mercado-campesino-en-bogota)

SDPA, C. T.–C. (2023). *Cartilla Economía Campesina*. [https://ctpantioquia.co/wp-content/uploads/2023/12/Cartilla1-Economia-Campesina\\_compressed.pdf](https://ctpantioquia.co/wp-content/uploads/2023/12/Cartilla1-Economia-Campesina_compressed.pdf)

Studies, I. J. (2020, 3 de febrero). *Hydroponics technology for fodder production*. <https://www.chemijournal.com/archives/2020/vol8issue2/PartAF/8-2-215-900.pdf>

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria- UPRA. (2025, 12 de mayo). *Precios de fertilizantes suben 5,12% en marzo*. <https://upra.gov.co/es-co/saladeprensa/Paginas/Precios-de-fertilizantes-suben-5,12-en-marzo,-seg%C3%BAAn-el-%C3%8Dndice-de-Insumos-Agr%C3%ADcolas.aspx>

ONU DI. (2005). Manual de estudios de viabilidad. <https://www.unido.org/resources/publications/manual-de-estudios-de-viabilidad>

FAO (2010). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/662c8588-1864-4d37-a823-d0786226b0ee/content>

1991, A. C. (2025). *CONSTITUCIÓN POLITICA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA 1991*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>

Sostenible, I. y. (2025). *Avicultura Rentable, Beneficios Medioambientales*. <https://www.sare.org/publications/avicultura-rentable/beneficios-medioambientales/>

## **ANEXOS**

- Anexo 1. Transcripción Entrevista Para Investigación Eafit Eace01
- Anexo 2 Transcripción Entrevista Para Investigación Eafit Eaab02
- Anexo 3 Transcripción Entrevista Para Investigación Eafit Eacn03
- Anexo 4 Transcripción Entrevista Para Investigación Eafit Eaca04
- Anexo 5 Formato Protección De Datos Entrevista Eace01
- Anexo 6 Formato Protección De Datos Entrevista Eaab02
- Anexo 7 Formato Protección De Datos Entrevista Eacn03
- Anexo 8 Formato Protección De Datos Entrevista Eaca04
- Anexo 9 Video De Alternativa Agrosostenible
- Anexo 10 Distribución En El Predio 100m2
- Anexo 11 Diseño Móviles Pollos
- Anexo 12 Estructura Móvil 1
- Anexo 13 Estructura Móvil 2
- Anexo 14 Estructura Móvil 3
- Anexo 15 Estructura Bandejas Forraje
- Anexo 16 Estructura Cultivo Vertical
- Anexo 17 Estructura Pvc
- Anexo 18 Diseño Invernadero
- Anexo 19 Matriz Impactos Ambientales
- Anexo 20 Análisis Financiero
- Anexo 21 Radicación Aval Car
- Anexo 22 Alcance A Radicación Aval Car
- Anexo 23 Concepto Favorable Car
- Anexo 24 Insumos Requeridos Para Construir La Alternativa