

Informe de misión en San José de Guaviare, Colombia

13-25 de septiembre de 2022



René Pocard-Chapuis, CIRAD

Sumario

Sumario

1	Objetivos.....	4
2	Fechas e calendario	4
3	Elementos de contexto de la ganadería en el departamento de San José de Guaviare	4
3.1	Geología y topografía del Guaviare.....	4
3.2	Dinámica agraria en el Guaviare	5
3.3	El potencial de la ganadería para el desarrollo local.....	8
3.4	Las actividades del proyecto TerrAmaz para la producción ganadera en el Guaviare	9
4	Medición del rendimiento de los sistemas ganaderos apoyados por TerrAmaz en el Guaviare ..	22
4.1	Rendimiento de los sistemas silvopastoriles.....	22
4.2	Performance a nivel de finca.....	25
4.3	Performance a nivel de paisaje	25
4.4	Dinámica de replicación	25
4.4.1	Reducción del coste de la cerca eléctrica.....	26
4.4.2	Organizar los pasillos y los patios de alimentación.....	26
4.4.3	Acelerar la restauración del suelo con insumos.....	26
4.4.4	Acelerar la restauración del suelo con abonos verdes.....	27
4.4.5	Mejora del ciclo del estiércol en la finca	28
5	Sintiese e conclusión	28

Ilustraciones

<i>Mapa 1. Bosques y frentes de deforestación pioneros en la región amazónica</i>	<i>6</i>
<i>Mapa 2. Topografía en la región amazónica</i>	<i>7</i>
<i>Mapa 3. Topografía e hidrografía en el departamento del Guaviare</i>	<i>7</i>
<i>Mapa 4. Localización de las fincas visitadas y de los trayectos en carro durante la misión.</i>	<i>8</i>
<i>Cuadro 1. Protocolos de coleta de datos nos módulos silvopastoriles</i>	<i>23</i>
<i>Cuadro 2. Resumen de los tres tipos de evaluaciones propuestas</i>	<i>28</i>

<i>Foto 1. Sierras sedimentarias en el Guaviare</i>	10
<i>Foto 2. afloramientos de granito en el Guaviare.</i>	10
<i>Foto 3. Costras lateríticas en suelos ferralíticos</i>	11
<i>Foto 4. Manchones dispersos de suelo arenoso</i>	11
<i>Foto 5. La ajetreada topografía genera paisajes complejos.</i>	11
<i>Foto 6. Paisaje típico del Guaviare, donde los pastos se mezclan con los corredores forestales de acuerdo con la topografía.</i>	12
<i>Foto 7. Gracias a esta matriz forestal bien desarrollada, los cursos de agua no se sedimentan, lo que demuestra los bajos niveles de erosión del suelo.</i>	12
<i>Foto 8. El pueblo de Colina, en la zona de actuación de TerrAmaz, ofrece algunos servicios básicos para la población rural</i>	13
<i>Foto 9. La planificación predial, importante para concebir la innovación y realizar el seguimiento.</i>	13
<i>Foto 10. Cursos de formación colectiva practicados cada mes sobre la gestión en la ganadería bovina.</i>	13
<i>Foto 11. La participación, el entusiasmo y los debates demuestran la calidad del aprendizaje promovido por el proyecto entre los agricultores.</i>	14
<i>Foto 12. Las estructuras hidráulicas son esenciales para el manejo de los pastos, TerrAmaz ayuda a los agricultores a crear e invertir en ello.</i>	14
<i>Foto 13. Los bebederos móviles, una de las innovaciones aportadas por TerrAmaz para facilitar la gestión de los pastos.</i>	15
<i>Foto 14. Cercas eléctricas dobles, para proteger los plantones de árboles, delimitar los corredores y los módulos de potreros para la gestión rotacionada.</i>	15
<i>Foto 15. Las estacas de madera son raras y caras. Las varillas metálicas pueden sustituirlas, o incluso el eucalipto tratado o el plástico.</i>	16
<i>Foto 16. Los plantones de árboles crecen protegidos por las cercas dobles contra el pastoreo y el pisoteo.</i>	16
<i>Foto 17. La situación inicial de los pastos es de fuerte degradación ecológica.</i>	17
<i>Foto 18. Malezas herbáceas predominan.</i>	17
<i>Foto 19. Desgraciadamente, en la región hay pocos aperos y tractores para recuperar la productividad de los pastos.</i>	18
<i>Foto 20. Los insumos, como la cal en este caso, también son escasos y preciosos, y rara vez se utilizan para restaurar la fertilidad del suelo en los pastos, a pesar de su potencial.</i>	18
<i>Foto 21. Las cercas dobles muestran un bajo vigor forrajero.</i>	19
<i>Foto 22. Inicio de la restauración de los pastos.</i>	19
<i>Foto 23. Pastos restaurados.</i>	20
<i>Foto 24. El reciclaje de los efluentes y la producción de alimentos para las vacas lactantes.</i>	20
<i>Foto 25. Restauración forestal: el poder de la cerca.</i>	21
<i>Foto 26. Restauración forestal activa: considerar la dinámica del suelo, no sólo las plántulas plantadas.</i>	21

1 Objetivos

El proyecto TerrAmaz opera en cinco territorios amazónicos, entre ellos el departamento de San José de Guaviare en Colombia, y también los municipios de Paragominas y Cotriguaçu en Brasil, el departamento de Madre de Dios en Perú, y Yasuní en Ecuador.

El objetivo prioritario de esta misión es definir protocolos para evaluar el desempeño ambiental de las innovaciones promovidas por TerrAmaz en los sistemas ganaderos del Guaviare. La hipótesis inicial es que las evaluaciones desarrolladas en Paragominas podrían adaptarse en el Guaviare, pero que (i) necesitarían adaptaciones, (ii) posiblemente otros métodos serían más pertinentes. Para estas definiciones, se programan visitas de campo, trabajo en el aula y debates con el personal local y los agricultores.

Mathilde Lenoir también participó en la misión, habiendo desarrollado en los últimos cinco meses una metodología de balances ambientales en explotaciones ganaderas de Paragominas y Cotriguaçu. Una de las posibilidades que se analizará durante la misión sería la replicación de esta misma metodología también en el Guaviare en los próximos meses.

2 Fechas e calendario

La misión tuvo lugar del 13 al 25 de septiembre de 2022. En este intervalo, estuve en San José de Guaviare desde el viernes 16 hasta el viernes 23 de septiembre.

La misión se llevó a cabo junto con el equipo de TerrAmaz en San José do Guaviare, y también con miembros de otros sitios: coordinadores de Cotriguaçu y Madre de Dios, coordinador técnico del proyecto, codirector y director del proyecto, director regional de Cirad. De hecho, esta misión también formaba parte del evento anual de intercambio entre los sitios del proyecto en el marco del componente 3 TErrAmaz. Este intercambio estaba previsto para 2022 en el Guaviare sobre el tema de la evaluación de los resultados de los sistemas de producción.

De acuerdo con los términos de referencia, el programa incluyó tres momentos de presentaciones y discusiones en el aula con el equipo de TerrAmaz Guaviare y los responsables locales (los días 19, 21 y 23), y cuatro viajes de campo, que resultaron en la visita de 7 propiedades apoyadas por TerrAmaz, la visita de una lechería, y la participación en una reunión mensual de ganaderos apoyados por TerrAmaz.

La presentación que realicé el día 19 se encuentra en el anexo, en ella se destacan los objetivos y metodologías que se están aplicando en Paragominas. Todas las etapas de la misión sirvieron para definir adaptaciones y ajustes a las realidades y problemas del Guaviare.

3 Elementos de contexto de la ganadería en el departamento de San José de Guaviare

3.1 Geología y topografía del Guaviare

El Guaviare se encuentra en la región amazónica, cerca del ecuador (latitud 0,6° a 2,8°, hemisferio norte). El clima es ecuatorial cálido y húmedo, con una breve estación seca (3 meses, de enero a marzo). El Guaviare está situado en el extremo noroeste del macizo forestal amazónico, mientras que Paragominas se encuentra en el puesto exacto (Mapa 1). Sólo la fracción sur del departamento pertenece a la cuenca del río Amazonas (río Vaupés y afluentes). La mayor parte del departamento está drenada por el río Guaviare, afluente del Orinoco, que desemboca en Venezuela cerca del mar Caribe.

Este interflujo Caribe/Atlántico se debe a una peculiaridad geológica del departamento. Mientras que la mayor parte de la Amazonia occidental está formada por llanuras y cubierta por sedimentos recientes, el Guaviare aflora el borde del escudo cristalino de las Guayanas. Este fragmento occidental del cratón amazónico fue ligeramente elevado por la aparición de la cadena de los Andes, por lo que no quedó sumergido durante la formación de los Andes. Este levantamiento es de baja amplitud, mucho menos que lo ocurrido en el propio macizo de las Guayanas. La latitud base es de 200 metros sobre el mar, suficiente para dividir la dirección del drenaje, hacia el Orinoco en la parte norte, hasta el Vaupés y el Río Negro en la parte sur. La topografía se ve afectada por esta estructura geológica, que todavía tiene residuos ocasionales de la cubierta sedimentaria anterior a la elevación de los Andes, fuertemente erosionada, diseminados en todo el departamento (areniscas precámbricas, similares a los tepúyeses de Venezuela, Roraima y Guyana, pero con menor altitud). En el Mapa 2 y el Mapa 3 se observa esta peculiaridad geológica, de la que se derivan dos características importantes para la dinámica agraria del Guaviare, y para la ganadería:

- Los suelos son profundos, fuertemente arcillosos y con alta toxicidad de aluminio, típicos de los suelos graníticos ecuatoriales (suelos ferralíticos). Son difíciles de trabajar, debido a su escasa fertilidad química, su elevada acidez y su escaso drenaje durante la temporada de lluvias. Se observan manchas de suelo arenoso, producidas por la erosión de las areniscas. La productividad de las gramíneas forrajeras está directamente relacionada con estas características del suelo.
- La topografía es fuertemente ondulada en todo el departamento, sin amplias llanuras, pero con pendientes moderadas (50 a 100 metros entre puntos altos y bajos). La estructura de media naranja, típica de las regiones cristalinas y de la erosión ecuatorial, se rediseña aquí por la vigorosa erosión del agua y la presencia de costras lateríticas finas y escasas. Además, los afloramientos del escudo forman pequeñas cordilleras graníticas dispersas en el territorio (además de las formaciones de arenisca tabular). De esta ajetreada topografía se deriva (i) la compleja estructura del paisaje y la matriz forestal, (ii) las dificultades para mantener la red de carreteras, con muchos puentes y tramos empinados, lo que acentúa el aislamiento de los productores rurales, especialmente en la temporada de lluvias.

Al igual que en otras regiones de la Amazonia, la ganadería es una de las actividades menos sensibles a estas limitaciones edafológicas y logísticas, lo que ayuda a explicar su frecuencia en la región.

3.2 Dinámica agraria en el Guaviare

La dinámica espacial de ocupación sigue un patrón típico de los frentes pioneros amazónicos, con un sector central consolidado y una periferia en expansión. La equipo ONFA presentó una cartografía con zonas ZRC e ZRF que analiza esta organización espacial, del punto de vista de la deforestación. El eje logístico de la carretera San José - Calamar (Mapa 4) delimita el sector central, más deforestado y más densamente ocupado. En la periferia, el frente pionero sigue expandiéndose hacia el sur, el este y el oeste, basándose en la apropiación de tierras públicas, la deforestación ilegal, la producción de coca y la ganadería extensiva.

El fuego se utiliza sólo después de la tala del bosque, no en los años posteriores: los paisajes rara vez muestran cicatrices de fuego, en comparación con la Amazonia brasileña.

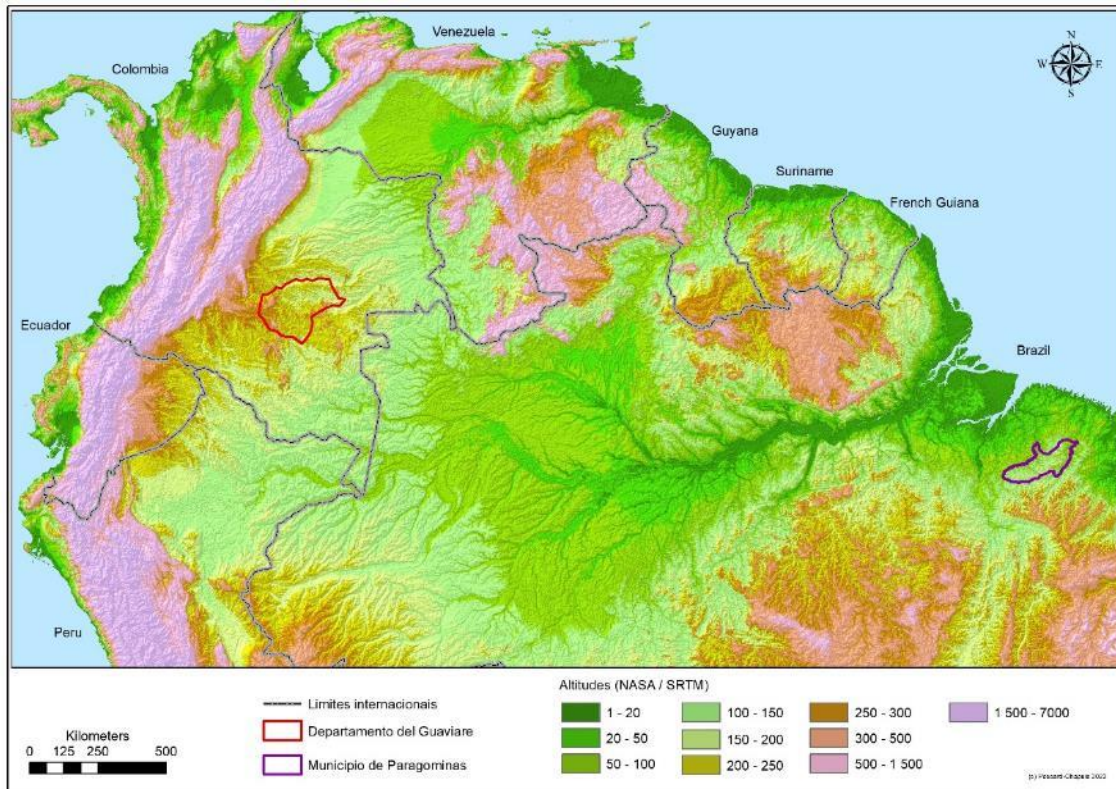
Se la malla de tierras está dominada por pequeñas propiedades (la mayoría de ellas de entre 10 y 50 hectáreas), también hay procesos de concentración de tierras, con propiedades de varios cientos de hectáreas. La producción ganadera se concentra en zonas llanas y suavemente onduladas, mientras que las colinas, las grutas, los humedales y las pendientes más pronunciadas suelen estar cubiertas de bosques. El uso de la tierra en las zonas deforestadas está dominado por los pastos, pero también hay

sistemas agroforestales (cacao, caucho, árboles frutales) y algunas zonas de cultivos temporales (yuca, maíz, plátanos). Para la mayoría de las fincas (con la excepción de las más grandes) as familias suelen vivir en la propiedad, y pequeños asentamientos dispersos proporcionan servicios básicos a las poblaciones rurales.

Mapa 1. Bosques y frentes de deforestación pioneros en la región amazónica

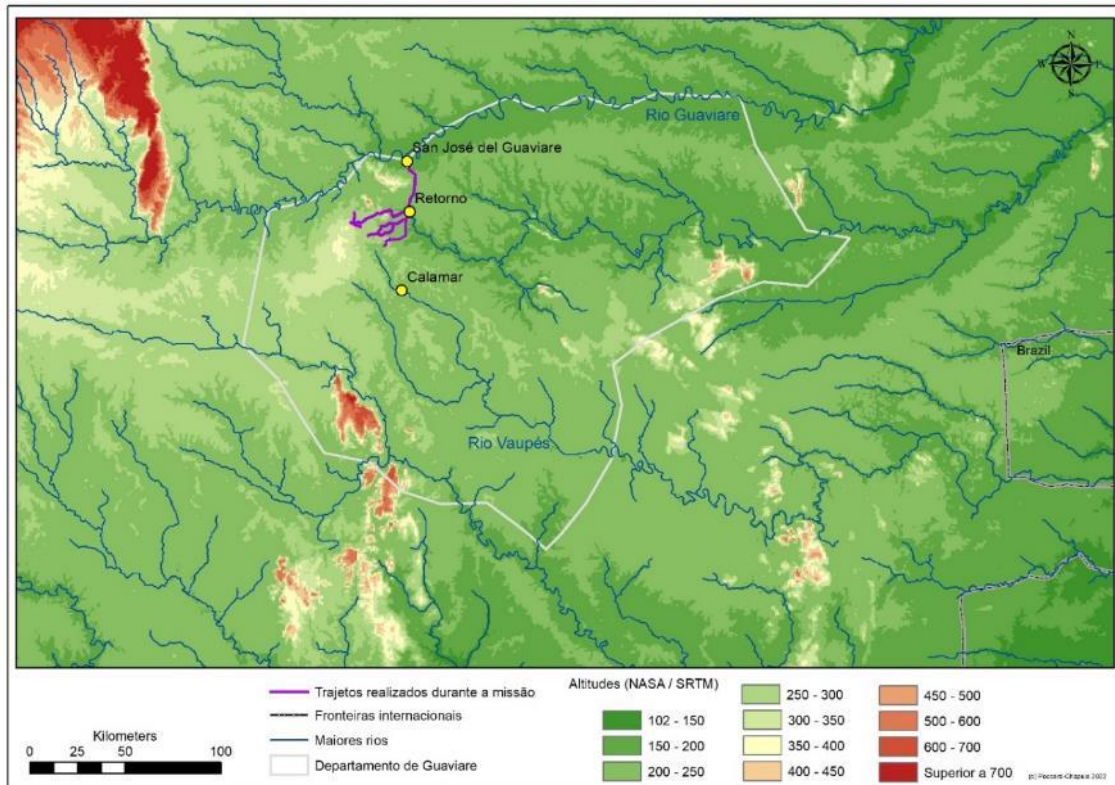


Mapa 2. Topografía en la región amazónica

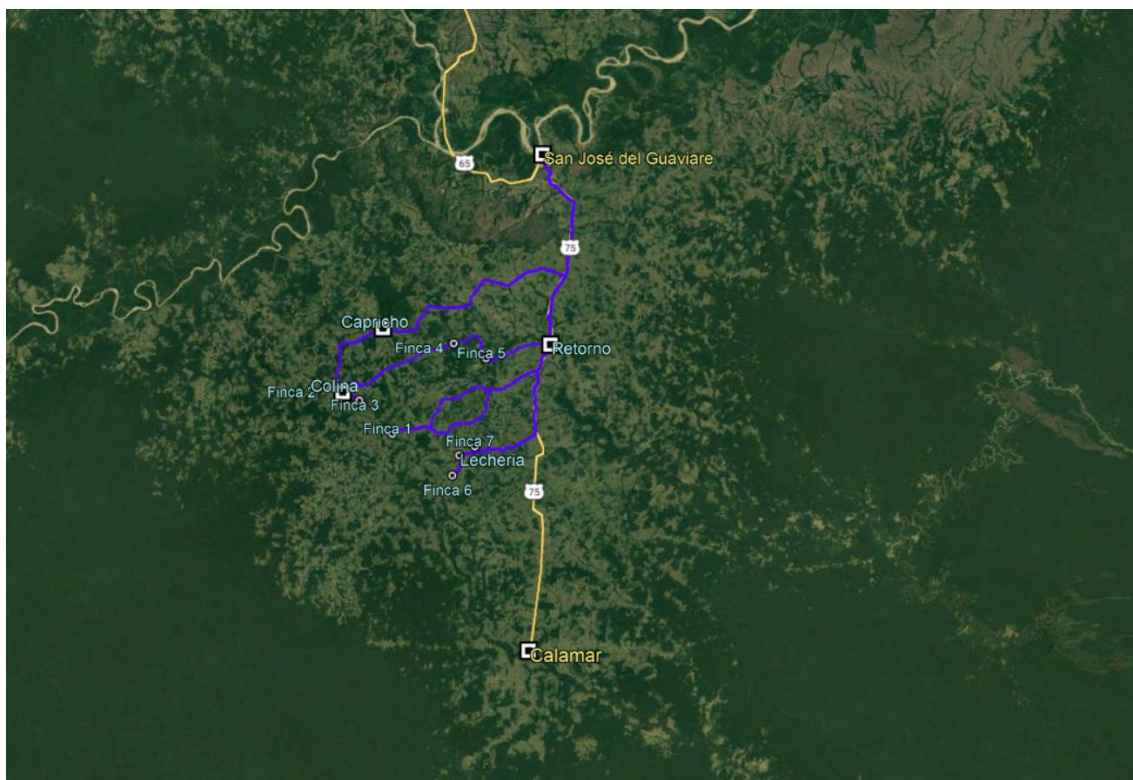


Los mapas de relieve muestran que la región del Guaviare es relativamente alta, a pesar de no formar parte de la cadena andina: es un fragmento del escudo de Guayana, que fue ligeramente elevado por la aparición de los Andes (Mapa 2). A una escala más fina, se observan elevaciones ocasionales dispersas en el territorio del Guaviare, se trata de las sierras tabulares formadas por restos de areniscas precámbricas, que se superponen al escudo cristalino (Mapa 3).

Mapa 3. Topografía e hidrografía en el departamento del Guaviare



Mapa 4. Localización de las fincas visitadas y de los trayectos en carro durante la misión.



3.3 El potencial de la ganadería para el desarrollo local

En el Guaviare se crían un poco menos de 550.000 cabezas de ganado, en aproximadamente 5.000 propiedades rurales, según la ponencia de ONF Andina. Cabe destacar algunos puntos clave para comprender la importancia de esta actividad en el escenario local, y las estrategias de actuación de TerrAmaz.

- La ganadería extensiva sigue asociada a la deforestación ilegal, destinada a la ocupación y apropiación de tierras públicas. Esta tendencia se está acelerando. Se mencionó durante la misión que los grandes productores, con recursos provenientes de las regiones centrales del país, están impulsando esta carrera por la tierra, donde los pastos son la primera forma de apropiación y valoración de la tierra. Sin embargo, esta dinámica parece concentrarse en la línea de deforestación, en la periferia de la región, y no en su parte central, donde la tierra ya está totalmente apropiada (Mapa 4).
- El territorio sigue teniendo altos niveles de aislamiento logístico y servicios públicos deficientes. Esto dificulta la aparición de otras cadenas productivas y consolida la ganadería como fuente de seguridad económica, social y cultural en todo el Guaviare.
- Las características ecológicas de la región, especialmente la abundancia de recursos renovables como el calor, la humedad y la radiación solar, son favorables para la producción de forraje de calidad, incluso en sistemas agroecológicos, o de bajo coste y bajo consumo de insumos sintéticos.
- La cadena de producción de leche se está estructurando para la producción de quesos destinados a los centros urbanos, reforzando la rentabilidad de la ganadería de doble propósito en las propiedades familiares.

- En zonas consolidadas del territorio, la producción ganadera de doble propósito para carne y leche puede ser una alternativa más atractiva que las actividades ilegales en la periferia, ya sea la producción de coca o el acaparamiento de tierras.

3.4 Las actividades del proyecto TerrAmaz para la producción ganadera en el Guaviare

Las actividades de TerrAmaz centradas en la ganadería tratan de mejorar la productividad de esta actividad, en la agricultura familiar situada en la parte central del departamento del Guaviare. Se esperan dos tipos de impactos:

- Un impacto social, combatiendo la pobreza rural y mejorando los ingresos de los hogares.
- Un impacto medioambiental al reducir la presión sobre los bosques, facilitando la restauración de suelos y bosques en la región.
- También se espera que, indirectamente, estos avances puedan contribuir a frenar la fiebre por la tierra en la periferia de la región (si se combinan con otras iniciativas para combatir la deforestación ilegal y el acaparamiento de tierras).

TerrAmaz opera en 35 fincas familiares, ubicadas en 7 veredas vecinas, en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar (Mapa 4). Las actividades y la estructura del plan son heredadas del proyecto "Caminemos", financiado por la Unión Europea y que finaliza en 2022, que apoyó a unos 400 establecimientos familiares.

Además de la producción ganadera, el proyecto también trabaja en la planificación de fincas, el desarrollo de sistemas agroforestales y la restauración forestal activa y pasiva, pero estas actividades no se tratan en este informe.

El equipo diagnosticó que la baja productividad de los pastos era el primer factor que limitaba el rendimiento económico de la actividad. Por ello, centró sus esfuerzos en la implantación de módulos silvopastoriles con manejo rotativo, de 9 piquetes para una superficie total de 3 a 4 hectáreas. El proyecto apoya al productor en la localización y el diseño de la zona, la instalación hidráulica, la cerca eléctrica, los plantones de árboles, el seguimiento mensual individual y las sesiones mensuales de formación colectiva. Además de la consolidación y buen funcionamiento de los módulos instalados con apoyo directo del proyecto, el propósito es la replicación, es decir, la expansión del manejo rotativo a otras áreas de la propiedad, por iniciativa del propio productor. Los módulos están diseñados con esta perspectiva, los árboles plantados sirven como estacas vivas después de unos años, de modo que las estacas y los aislantes pueden ser trasladados y movilizados en nuevos módulos.

Este dispositivo implica a **XXX** personas a tiempo completo, dedicadas a la implantación de los sistemas, el seguimiento y la formación.

Sin embargo, una peculiaridad del proyecto TerrAmaz, materializada por el componente 3 del proyecto, es el objetivo específico de producir información científica y evaluaciones sobre el rendimiento de las innovaciones agrícolas que el proyecto desarrolla. El objetivo de este componente es doble: (i) hacer frente a la falta crónica de datos científicos y referencias sólidas sobre el rendimiento real de las actividades agrícolas en la Amazonia, (ii) producir referencias sobre el rendimiento alcanzado por las innovaciones, y sus limitaciones, y así facilitar la replicación y adaptación en otras iniciativas en la región. Las vistas transversales entre los sitios de TerrAmaz serán preciosas en este sentido.

Como se mencionó en la introducción, el objetivo de esta misión es ayudar al equipo de TerrAmaz Guaviare a diseñar un sistema de monitoreo adecuado para las mediciones del desempeño ganadero en las 35 propiedades donde están instalados los módulos silvopastoriles del proyecto.

Foto 1. Sierras sedimentarias en el Guaviare



Foto 2. afloramientos de granito en el Guaviare.



En algunas partes de la región existen formaciones sedimentarias de areniscas precolombinas, típicas del escudo cristalino de las Guayanas. En otras partes aflora el escudo cristalino, con bolas de granito como en esta plantación de cacao. La erosión de las areniscas precámbricas genera parches de suelos arenosos, más favorables al arraigo de las plantas forrajeras que los suelos ferralíticos derivados de los granitos del escudo guayanés, y que constituyen los suelos más frecuentes en el Guaviare.

Foto 3. Costras lateríticas en suelos ferralíticos



Foto 4. Manchones dispersos de suelo arenoso



Los suelos arcillosos ferralíticos, derivados del escudo cristalino, han formado finas costras lateríticas. Las areniscas, en cambio, generan suelos arenosos dispersos, más favorables para el arraigo de los pastos forrajeros.

Foto 5. La ajetreada topografía genera paisajes complejos.



Entre las pequeñas crestas de granito, los residuos de la meseta de arenisca, las costras lateríticas, la topografía es bastante movida en el interfluvio Guaviare / Vaupés, donde se encuentran las propiedades de TerrAmaz. La planificación patrimonial adquiere mayor importancia en este difícil contexto topográfico. Los paisajes y los sistemas ganaderos deben adaptarse a esta topografía.

Foto 6. Paisaje típico del Guaviare, donde los pastos se mezclan con los corredores forestales de acuerdo con la topografía.



Foto 7. Gracias a esta matriz forestal bien desarrollada, los cursos de agua no se sedimentan, lo que demuestra los bajos niveles de erosión del suelo.



Foto 8. El pueblo de Colina, en la zona de actuación de TerrAmaz, ofrece algunos servicios básicos para la población rural



Foto 9. La planificación predial, importante para concebir la innovación y realizar el seguimiento.



Foto 10. Cursos de formación colectiva practicados cada mes sobre la gestión en la ganadería bovina.



Foto 11. La participación, el entusiasmo y los debates demuestran la calidad del aprendizaje promovido por el proyecto entre los agricultores.



Foto 12. Las estructuras hidráulicas son esenciales para el manejo de los pastos, TerrAmaz ayuda a los agricultores a crear e invertir en ello.



Foto 13. Los bebederos móviles, una de las innovaciones aportadas por TerrAmaz para facilitar la gestión de los pastos.



Foto 14. Cercas eléctricas dobles, para proteger los plantones de árboles, delimitar los corredores y los módulos de potreros para la gestión rotacionada.



Foto 15. Las estacas de madera son raras y caras. Las varillas metálicas pueden sustituirlas, o incluso el eucalipto tratado o el plástico.



Foto 16. Los plantones de árboles crecen protegidos por las cercas dobles contra el pastoreo y el pisoteo.



Foto 17. La situación inicial de los pastos es de fuerte degradación ecológica.



La altura del pasto varía poco entre la parcela pastoreada (primer plano) y la parcela en reposo (fondo). Esto es una señal de que el rebrote es lento, los forrajes tienen poco vigor y el suelo está muy degradado, química y biológicamente. La gestión de la rotación es fundamental para revertir progresivamente esta situación de baja productividad.

Foto 18. Malezas herbáceas predominan.



El pasto puede estar limpio de maleza arbustiva, pero tener una alta proporción de maleza herbácea, que no alimenta al ganado. El manejo debe rescatar el vigor de las matas de forraje, para que combatan y dominen a estas malezas herbáceas. El control de la presión del pastoreo y el descanso son las herramientas que tiene el productor en esta perspectiva.

Foto 19. Desgraciadamente, en la región hay pocos aperos y tractores para recuperar la productividad de los pastos.



Foto 20. Los insumos, como la cal en este caso, también son escasos y preciosos, y rara vez se utilizan para restaurar la fertilidad del suelo en los pastos, a pesar de su potencial.



Foto 21. Las cercas dobles muestran un bajo vigor forrajero.



En este corredor doblemente cercado, se puede observar que, a pesar de estar protegido de cualquier pastoreo por parte del ganado, las plantas forrajeras apenas se han desarrollado, lo que también refleja el alto nivel de degradación del suelo.

Foto 22. Inicio de la restauración de los pastos.



El manejo rotativo instalado en el pasto de dona Olga ya está dando resultados, con un mayor predominio del forraje en relación con las malezas herbáceas. Aun así, sigue habiendo poca biomasa y, por consiguiente, la restauración del suelo es lenta.

Foto 23. Pastos restaurados.



Don Rodrigo en su hermoso pasto: 4 años de manejo rotativo han restaurado un buen aporte de forraje, visible por la altura del pasto, la ausencia de suelo expuesto y de malezas herbáceas. La acumulación de materia orgánica en el suelo comienza a mejorar su fertilidad, permitiendo ligeros aumentos de la carga animal. A Don Rodrigo también le gustan los suelos arenosos, favorables al enraizamiento de las matas sobre todo en el periodo más lluvioso del año.

Foto 24. El reciclaje de los efluentes y la producción de alimentos para las vacas lactantes.



En la propiedad de Don Delfino, el estiércol del corral se utiliza para abonar un banco de forraje, que se pica diariamente para alimentar a las vacas lactantes. Este tipo de reciclaje de nutrientes es fundamental para compensar la baja fertilidad del suelo y la productividad de los pastos hasta que el manejo rotativo pueda restaurarlos.

Foto 25. Restauración forestal: el poder de la cerca.



Las leguminosas herbáceas, como este calopogonium, son preciosas para restaurar la fertilidad del suelo, lo que favorecerá el crecimiento de los árboles. Para que se desarrollen, es necesario aislarlos del pastoreo del ganado mediante una cerca.

Foto 26. Restauración forestal activa: considerar la dinámica del suelo, no sólo las plántulas plantadas.



El banco de semillas de las leguminosas herbáceas es grande y puede acelerar el éxito de las plantaciones de árboles. Las deficiencias químicas del suelo provocan la desnutrición de las plántulas y un crecimiento lento de los árboles.

4 Medición del rendimiento de los sistemas ganaderos apoyados por TerrAmaz en el Guaviare

Este capítulo trata del objetivo principal de la misión. Los dispositivos de innovación ya se han implantado en las explotaciones, pero quedan por definir los protocolos adecuados para la recolección de datos, la evaluación científica y la publicación del rendimiento alcanzado por estas innovaciones.

Hay que tener en cuenta dos factores limitantes en el diseño de los protocolos:

- Los dispositivos ya instalados en las fincas no son dispositivos controlados para la investigación. Se trata de dispositivos de extensión rural y pruebas en entornos reales, que promueven y adaptan tecnologías ya existentes, con el objetivo de replicarlas en nuevas zonas. Por esta razón, no existe la posibilidad de aislar un factor de otro, como ocurriría en los campos de investigación, los laboratorios o los entornos controlados. En este caso, los protocolos se dirigirán a objetos y procesos complejos, que pueden, por ejemplo, variar en función de la evolución de la finca. Esto limita las opciones metodológicas.
- El proyecto no dispone de recursos adicionales para establecer protocolos completos, lo que exigiría la contratación de más recursos humanos. Por ejemplo, para medir el rendimiento agronómico en los pastos, se evaluó que no sería económicamente viable realizar protocolos que incluyeran el corte, la clasificación, el pesaje y el análisis de las muestras de forraje en piquetes rotatorios. Los análisis del suelo también estarían limitados debido a su coste.

Por ello, se propusieron y discutieron protocolos simplificados pero sólidos y coherentes con el objetivo de su publicación científica.

Otro punto importante es que los impactos de la ganadería se producen en al menos tres niveles de organización: el pasto, la granja y el paisaje. Por lo tanto, es importante medir el rendimiento con protocolos de varios niveles. Las visitas de campo y las conversaciones con el equipo del Guaviare confirmaron la posibilidad de diseñar un seguimiento en estos tres niveles complementarios, cada uno con un protocolo adecuado.

El principal objetivo de la evaluación es el rendimiento medioambiental, pero también hay que plantear indicadores técnicos y económicos.

La contribución de este informe se dirige principalmente a los protocolos de recolección de datos sobre el terreno. Garantizar una buena recolección de datos es el primer paso para generar posteriormente indicadores fiables.

4.1 Rendimiento de los sistemas silvopastoriles

A este nivel más fino, debe medirse el impacto directo de la tecnología en la restauración del suelo, el suministro de forraje, el rendimiento y la producción animal, los costes de producción y la generación de ingresos. El cuadro 1 presenta el protocolo discutido con el equipo de TerrAmaz durante la misión. Esta tabla es una propuesta que debe servir de base para la discusión con el equipo, para dimensionar los gastos en tiempo y costos de este protocolo.

El equipo debería verificar la posibilidad de utilizar un dron para mapear cada módulo, a un ritmo que podría ser durante cada visita técnica, o al menos dos veces al año.

Sería importante que los formularios de anotación por parte del técnico se desarrollen en un entorno Android, y que la base de datos este en formato Access, para facilitar la sistematización y los posteriores cálculos cruzados entre indicadores.

Cuadro 1. Protocolos de coleta de datos nos módulos silvopastoriles

Componente evaluado	Indicadores a medir	Ritmo de colecta	Método de recolección
Gestión del pasto e potreros	Altura de los pastos a la entrada y salida del ganado.	Cada visita técnica	El técnico a través de la diagonal del siguiente piquete a rozar (piquete más descansado), y el último piquete que fue rozado. En este camino, (i) mide la altura del pasto en cinco puntos regularmente espaciados en la diagonal, utilizando una regla, y anota los cinco valores en la tarjeta; (ii) evalúa visualmente la tasa de cobertura de forraje, malezas herbáceas, malezas arbustivas, suelo expuesto; (iii) identifica y evalúa la proporción de cada forraje.
	Proporción de biomasa forrajera a la entrada y salida del ganado.	Cada visita técnica	
	Altura del pasto fuera del módulo	2 veces en un año	El mismo procedimiento se repite en el pasto vecino, fuera del módulo, una vez en el periodo de lluvias y otra en el periodo seco. Debido al tamaño mucho mayor de la pradera, no es necesario recorrer toda la diagonal, sino que puede limitarse a un paseo dos veces más largo que en los piquetes.
	Proporción de biomasa forrajera fuera del módulo	2 veces en un año	
	Fotografía georreferenciada	Cada visita técnica	En cada uno de los dos piquetes evaluados, en el centro del piquete, el técnico toma una foto a la altura del pecho, y dirigida hacia la parte inferior del piquete.
	Gastos de limpieza	Cada visita técnica	En cada visita, el técnico anota las prácticas y los gastos que se han realizado desde la última visita, para la limpieza de los pastos, destacando si se han realizado en el módulo y/o fuera del módulo.
	Fertilidad del suelo	Inicio y fin del proyecto	Análisis sencillos que incluyen la textura, la acidez, la capacidad de intercambio iónico, la materia orgánica y los principales minerales. No necesita recomendaciones, ni tiempos determinados. Puede ser sólo un piquete aleatorio en cada propiedad, según el coste del análisis.
Suplemento de alimentos producidos en la finca	Tipo y cantidad	Cada visita técnica	El técnico anota los tipos y cantidades de complemento alimenticio producidos en la explotación y distribuidos desde la última visita, destacando si es para el rebaño que está en el módulo y/o está fuera del módulo.
Complemento alimenticio comprado	Tipo e importe	Cada visita técnica	El técnico anota los tipos y cantidades de complemento alimenticio comprado que se distribuyeron, destacando si es para el rebaño que está en el módulo y/o que está fuera del módulo.
Rendimiento general de los	Aplicaciones de insecticidas en el ganado	Cada visita técnica	El técnico anota la cantidad de insecticida aplicado contra las garrapatas en el periodo, el coste y destaca si es para el ganado del módulo o fuera del módulo.
	Producción total de leche diaria	Semanal	El productor anota la producción diaria de cada miércoles

animales en la finca	Número de vacas ordeñadas	Semanal	El ganadero anota el número de vacas ordeñadas cada miércoles
	Composición de la manada (clasificación por edades)	Semanal	El agricultor anota el número de cabezas por categoría presentes en el módulo cada miércoles.
	Compra y venta de ganado (fecha, categoría, peso y precio)	Cada visita técnica	El técnico anota el número de cabezas vendidas, especificando categoría, peso y precio.
Rendimiento individual de las vacas y los terneros	Fecha de entrada y salida en el módulo	Semanal	El ganadero anota el miércoles si algún animal entró o salió del módulo de rotación (anotar la fecha y el número de animal).
	Fecha del parto	Semanal	Los agricultores registran cada miércoles los nacimientos que han tenido lugar y el número de la madre.
	Fecha de dehiscencia	Semanal	El productor anota cada miércoles los casos de dehiscencia, y el número de la cría y de la madre.
	Cinturón bovinométrico para las vacas al entrar y salir del módulo, y para los terneros a los 15 días y al destete	Cada visita técnica	El técnico toma medidas individuales de las reses que entraron o salieron del módulo, y de los terneros nacidos o desahuciados.
Componente del árbol	Fecha de la muerte	Cada visita técnica	El técnico inspecciona el campo y anota la especie y la localización de la mortalidad
	Fecha de resiembra	Cada visita técnica	El técnico comprueba la especie y la ubicación de la resiembra.
Calidad de la leche	Contenido en proteínas	Según el protocolo sanitario del proyecto.	El técnico anota el contenido de proteínas de la muestra.
Costes económicos	Energía eléctrica	Cada visita técnica	El técnico anota los KW consumidos en el módulo (cerca, hidráulico, otros)
	Mantenimiento a tiempo (horas / días trabajados)	Cada visita técnica	El técnico anota el tipo, la cantidad y el coste de los servicios realizados en el módulo
	Sustitución de equipos/plantas/materiales	Cada visita técnica	El técnico anota el tipo, la cantidad y el coste de las sustituciones realizadas
	Entradas	Cada visita técnica	El técnico anota el tipo, la cantidad y el coste de los insumos aplicados en el módulo (incluida la sal mineral)
Dinámica de replicación	Número de nuevos potreros y superficie total	Anual	El técnico mide nuevas áreas
	Número de plántulas nuevas	Anual	El técnico anota el número y la especie de los nuevos plantones.

4.2 Performance a nivel de finca

Después de múltiples presentaciones y discusiones, se acordó proponer a la coordinación del sitio y del proyecto la adaptación del método ACCT (Agro climate change tool) en el Guaviare, para encuestar a unas 30 fincas ganaderas, a priori unas 20 elegidas entre las fincas apoyadas por el proyecto, y otras 10 que no tienen apoyo del proyecto. Los detalles de esta metodología y sus perspectivas en el Guaviare se presentan en el informe de misión de Mathilde Lenoir.

4.3 Performance a nivel de paisaje

Los paisajes de las veredas en las que actúa TerrAmaz están compuestos por un mosaico bosque/pastizal, a priori muy dinámico ya que existen procesos de restauración forestal y también de deforestación.

La vigorosa topografía hace que la ubicación de los bosques sea de gran importancia para mantener altos niveles de servicios ecosistémicos. La estructura espacial del mosaico bosque/no bosque es crucial para limitar la erosión del suelo, proteger la red de aguas superficiales y proteger la biodiversidad.

El objetivo de este protocolo a nivel de paisaje es medir los indicadores de servicios ecosistémicos a la escala de cada propiedad apoyada por TerrAmaz, y a la escala de las veredas donde se encuentran. El rendimiento de los paisajes se medirá tanto por la evolución de cada indicador como por la comparación entre las propiedades monitorizadas y las medias de las veredas.

- El primer paso del protocolo de análisis consiste en elaborar el mapa de aptitud del terreno. El equipo puede inspirarse en el método utilizado en Paragominas, adjunto a este informe. A priori, será necesario acordar
 - Mapa de pendientes
 - Mapa de líneas de flujo
 - Mapa de la red hidrográfica

A partir de esta combinación se determinarán dos clases espaciales: las zonas estratégicas para la producción agrícola y ganadera, y las zonas estratégicas para la cubierta forestal

- El segundo paso es la medición y el seguimiento de las métricas en el paisaje
 - Índices de cobertura del mapa de aptitud por cubierta forestal, generando indicadores para la lucha contra la erosión y la protección de las aguas superficiales
 - Métricas de conectividad forestal que generan indicadores de protección de la biodiversidad
 - Métrica de la dinámica del paisaje, generando indicadores de eficiencia en la localización de la restauración forestal y la nueva deforestación.

Los equipos de SIG de Guaviare y Paragominas tendrán que interactuar para hacer estos mapas y calcular estas métricas. Estimamos que la creación de la base de datos requiere alrededor de un mes de trabajo, y la evaluación anual alrededor de 0,5 meses.

4.4 Dinámica de replicación

Como ya se mencionó, el propósito del dispositivo TerrAmaz, en lo que respecta a la ganadería, es la replicación por parte del productor, ampliando las áreas de manejo silvopastoril y rotacional. Este capítulo se aplica a esta dinámica de replicación, no se trata de cambios en los dispositivos existentes.

Según lo observado durante la misión, el nivel de aprendizaje de los agricultores y su nivel de autonomía en la gestión del silvopastoreo y del pastoreo rotativo es muy alto. Esto constituye sin duda un gran éxito del equipo de TerrAmaz, un resultado de alta calidad teniendo en cuenta las innumerables dificultades como el aislamiento, la falta de equipos para cualquier trabajo mecanizado, la alta degradación del suelo, los altos costos de cualquier insumo o servicio agrícola, entre otros.

Pero la réplica es un proceso tan crucial como arriesgado, porque el productor ya no se guía por un marco formal de compromisos, derechos y deberes. No tiene que seguir estrictamente las recomendaciones del equipo, y ya no se beneficia de la adquisición de materiales, equipos y servicios. Lo hace a su manera, y esta es la oportunidad de cometer algunos errores que pueden desanimar, o incluso poner en peligro las ventajas del sistema. Un ejemplo de esto se observó en una de las propiedades visitadas, donde el agricultor amplió los piquetes en una nueva zona, con un tamaño claramente mayor (pero aceptable), pero sin organizar el acceso al agua en cada piquete. En consecuencia, el ganado tiene que cruzar otro piquete para beber, teniendo acceso constante a este otro piquete, donde el pasto no puede tener un buen descanso, y sufrirá fatalmente una dinámica de degradación perjudicial.

Este capítulo **sugiere** algunos cuidados o iniciativas que el equipo podría analizar, para acompañar el proceso de réplica y anticiparse a algunos posibles errores del productor.

4.4.1 Reducción del coste de la cerca eléctrica

La replicación suele producirse con pocos recursos económicos, y el productor busca soluciones baratas.

Las cercas de los módulos están compuestas por dos o tres alambres electrificados. Es posible utilizar un solo alambre electrificado, opcionalmente complementado por un alambre neutro (sin aislamiento pero con conexión a tierra) para garantizar una descarga potente. Sin embargo, teniendo en cuenta el clima húmedo, este cable neutro es probablemente superfluo, ya que la toma de tierra está garantizada por la pata del ganado.

Para facilitar el crecimiento de los plantones de árboles, se decidió trabajar con cercas dobles, sin duda la opción más eficaz. Desde el punto de vista de la replicación, es posible utilizar una sola cerca, en la que el alambre esté amarrado a una estaca de gliricidia que enraíce y proporcione un componente arbóreo útil. Si hay interés en otra especie que no tome una estaca, se puede hacer un solo recodo de alambre electrificado, para protegerla del pisoteo sin necesidad de una tira completa (y así ahorrar en alambre, estacas y aislantes).

4.4.2 Organizar los pasillos y los patios de alimentación.

La estructura en pasillos y plazas de alimentación permite reducir los costes de los bebederos y la canalización, así como el salero mineral. Sólo hay un bebedero fijo y un salero en cada módulo. La plaza también puede estar rodeada de plantones de árboles, que crecerán rápidamente gracias a la concentración de excrementos bovinos, proporcionando una sombra preciosa para que el ganado rumie con confort térmico. La sombra en el patio de comidas tiene la ventaja de no perjudicar el crecimiento de las gramíneas. La plaza puede estar situada en una zona de suelo pedregoso, o cubierta por laterita, para limitar el barro en invierno. El espacio necesario para organizar la plaza y los pasillos no es significativo en relación con el ahorro y la comodidad que proporciona.

4.4.3 Acelerar la restauración del suelo con insumos

Los suelos parecen estar muy degradados y la producción de biomasa es baja, al menos los primeros años de pastoreo rotativo. La restauración de la fertilidad del suelo es un proceso lento, proporcional a la cantidad de biomasa que el sistema produce y recicla (incluyendo la biomasa por encima y por

debajo del suelo). Durante esta fase, los rendimientos agronómicos, zootécnicos y económicos también crecen lentamente. Acelerar la producción de biomasa en el momento oportuno permite potenciar los mecanismos biológicos y físicos de restauración de la fertilidad: la temperatura y la humedad del suelo son más favorables, la actividad de la micro y macrofauna se estimula incluso en un medio ácido, la erosión se contiene, la materia orgánica alimenta las gramíneas y las refuerza.

Para hacer posible este aumento puntual de la biomasa en los pastos, una solución adaptada a las limitaciones logísticas y económicas de la región sería una aplicación única de un insumo capaz de proporcionar este impulso en los pastos: una aplicación ligera de calcio dolomítico (300 Kg / Ha), posiblemente un fósforo de roca o, mejor, un fertilizante químico NPK en pequeñas cantidades. El enraizamiento se vería fuertemente estimulado, permitiendo un rápido crecimiento del follaje y una mayor captación de energía solar para consolidar y perpetuar el crecimiento del sistema radicular. La biomasa aérea formará una capa de humus y los mecanismos físicos y biológicos mencionados anteriormente podrán afianzarse sin más intervención.

Esta práctica aumentaría en gran medida y de forma duradera el ofrecimiento de forraje y los servicios ecosistémicos en los pastos, así como el crecimiento de los plantones de árboles. Las deyecciones bovinas por sí solas no son capaces de proporcionar ese impulso.

Tres condiciones son necesarias para el éxito de esta práctica:

- El manejo rotativo debe estar ya instalado y funcionando, la dinámica de restauración ya iniciada, para que los pastos sean debidamente estimulados y el aumento de la biomasa se convierta adecuadamente en materia orgánica en el suelo, y posteriormente en ingresos económicos.
- La aplicación de insumos debe ser única, en pequeñas cantidades y en el momento adecuado, para no causar un alto coste y riesgo para el agricultor.
- La carga animal no debe modificarse, sino mantenerse al mismo nivel durante varios ciclos de pastoreo y descanso, para no provocar desequilibrios en la dinámica de la restauración biológica (lo que requeriría nuevas y costosas aplicaciones de insumos para corregir el desequilibrio). El aumento de la carga animal debe ser muy progresivo, para no impedir la conversión de la mayor biomasa en materia orgánica en el suelo.

TerrAmaz podría realizar una demostración piloto en una de las fincas monitoreadas.

4.4.4 Acelerar la restauración del suelo con abonos verdes

Debido a la dificultad, en el Guaviare, de adquirir insumos para la fertilidad del suelo (cal, fosfatos, fertilizantes químicos), una alternativa podría ser el cultivo de leguminosas en los pastos. Una tecnología desarrollada por Embrapa en Brasil podría aplicarse en el Guaviare. *Cajanus cajan* es una leguminosa arbustiva de carácter temporal con un alto poder de fijación de nitrógeno en las hojas y las raíces, y también de fijación de fósforo, lo que la convierte en un excelente abono verde.

El procedimiento consiste en plantar *Cajanus cajan* en franjas y cerrar el pasto durante tres meses. Entonces el ganado puede entrar. Antes de la floración, escarda el *cajanus* a media altura, y deja que vuelva a crecer. El follaje muerto se incorporará progresivamente al suelo, donde los nutrientes estarán disponibles para las plantas forrajeras. El procedimiento de rebrote/adelgazamiento puede repetirse tres veces.

Se adjunta una hoja informativa de Embrapa en la que se describe con detalle esta tecnología, que puede probarse en TerrAmaz antes de proponer su replicación.

4.4.5 Mejora del ciclo del estiércol en la finca

TerrAmaz promueve la producción de forraje en la finca en zonas dedicadas, además de los pastos, como bancos de proteínas, bancos de forraje, plantones de árboles. Todos estos cultivos son más exigentes en nutrientes que los pastos. Al mismo tiempo, todos los productores tienen corrales, con una gran acumulación de excrementos, debido a las prácticas de ordeño y partición. En varias propiedades visitadas, este suelo de corral no se utiliza, lo que provoca pérdidas de nutrientes. Se podría imaginar la ubicación de bancos de forraje cerca del corral, la recogida y el transporte de los residuos para los plantones de árboles.

5 Sintiese e conclusión

El equipo de TerrAmaz en el Guaviare está desarrollando actividades y dispositivos de alta calidad sobre el pastoreo rotativo y el silvopastoreo. Estas innovaciones, y las réplicas que desencadenarán, pueden medirse en los tres niveles de análisis pertinentes cuando se trata de las interacciones entre el ganado y el medio ambiente: la parcela (o módulo de pastoreo rotativo), la explotación y el paisaje. La configuración actual del equipo necesita pocas adaptaciones para llevar a cabo el protocolo a nivel de pastos. El protocolo a nivel de finca requiere la contratación de un consultor especializado, acreditado para la metodología ACCT propuesta. En el caso del protocolo a nivel de paisaje, los datos ya son accesibles, por lo que sólo es necesario el análisis del Sistema de Información Geográfica.

La Cuadro 2. Resumen de los tres tipos de evaluaciones propuestas

muestra un resumen de cada dispositivo, con sus características y los recursos humanos necesarios. Esta tabla, y los elementos detallados en los capítulos anteriores, deben servir de base para que el equipo de TerrAmaz decida qué esquemas se aprueban, de modo que se pueda elaborar un plan de trabajo para cada uno de ellos. Es posible que los tres planes se pongan en marcha a principios de 2023.

Cuadro 2. Resumen de los tres tipos de evaluaciones propuestas

N°	Sistema evaluado	Tipo de dispositivo	Tipo de productos / entregas	Escala espacial	Recursos humanos
1	Sistemas silvopastoriles rotacionales	Monitoreo mensual	Base de datos Access Hojas anuales por finca	Parcela	Equipe actual + formación + orientación
2	Dinámica de paisajes	Monitoreo anual	Base de datos SIG Hojas anuales por finca + veredas	Finca + Vereda	Especialista en SIG ONFA 1 mes / ano + orientación
3	Sistema de producción ganadero	Evaluación puntual	Base de datos Excel Hojas por finca	Finca	Profesional certificado externo 2-3 meses

El equipo local se encargará de la aplicación de los dispositivos 1 y 2, con el apoyo a distancia del CIRAD. Habrá que contratar a un consultor para el dispositivo 3 (de ahí la presencia de Mathilde Lenoir), y la tesis permitirá hacer comparaciones con otros campos. TerrAmaz también debería facilitar los intercambios entre equipos, para aplicar los protocolos en la práctica, y luego analizar los datos y publicarlos. Se confirma la utilidad de estas evaluaciones científicas, tanto a nivel local para potenciar el trabajo innovador desarrollado por el equipo, como a nivel de todo el proyecto para enriquecer el

debate sobre la sostenibilidad de la ganadería en la Amazonia. Los intercambios entre los equipos de los diferentes sitios de TerrAmaz son preciosos en este sentido.