

INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN LA ZONA DE RESERVA CAMPESINA LA PERLA AMAZÓNICA: UNA APUESTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL NÚCLEO DE DESARROLLO FORESTAL EN EL PAISAJE Y LA CONECTIVIDAD DEL TERRITORIO



Programa Paisajes Sostenibles de la Amazonia



**INVESTIGACIÓN
PARTICIPATIVA
EN LA ZONA
DE RESERVA
CAMPESTINA
LA PERLA
AMAZÓNICA:
UNA APUESTA PARA EL
FORTALECIMIENTO DEL
NÚCLEO DE DESARROLLO
FORESTAL EN EL PAISAJE
Y LA CONECTIVIDAD DEL
TERRITORIO**

Citación sugerida:

Barreto-Silva. J.S., Hermida Daza. M A., Fajardo M. E.T., Ramírez Lara C.A., Murcia, U, Barrera G. J. A., 2024. Investigación participativa en la Zona de Reserva Campesina la Perla Amazónica: una apuesta para el fortalecimiento del núcleo de desarrollo forestal en el paisaje y la conectividad del territorio. Instituto SINCHI. Bogotá D.C. Colombia.

© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
2024
ISBN: 978-958-5427-44-0
Reservados todos los derechos

Revisión técnica:

Miguel Fernando Mejía Alfonso

Daily Bastidas Parrado

Coordinación de la producción editorial:

Diana Patricia Mora Rodríguez, Jefe de la Oficina de Comunicaciones

Corrección de estilo y diagramación:

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.

Disponible en: www.sinchi.org.co

Publicado en 2024 por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Calle 20 No. 5 – 44.

Bogotá D.C. Colombia.



Luz Marina Mantilla Cárdenas

Directora General

Jaime Alberto Barrera García

Subdirector Científico y Tecnológico

Diego Fernando Lizcano Bohórquez

Subdirector Administrativo y Financiero

Jimena Puyana Eraso

Programa PNUD

Miguel Fernando Mejía Alfonso

Coordinador Programa Amazonia Sostenible para la Paz

Hany Silva

Representante Legal ADISPA

AUTORES:

Juan Sebastian Barreto Silva

Consultor Instituto SINCHI

Marfi Andrea Hermida Daza

Consultor Instituto SINCHI

Erika Tatiana Fajardo Martínez

Contratista Instituto SINCHI

Uriel Murcia

Coordinador MOSCAL

Jaime Alberto Barrera García

Investigador Instituto SINCHI

Presentación

Este documento compila los resultados y aplicaciones más relevantes sobre investigación participativa como proceso de apropiación social del conocimiento, generados con la participación aunada de la comunidad de la ZRC Perla Amazónica por medio del equipo de trabajo integrado por los promotores comunitarios, el personal de ADISPA, y el Instituto SINCHI, quienes, ejecutaron una estrategia conjunta para la creación de capacidades comunitarias sobre el cuidado, uso, manejo, protección y conservación de los recursos naturales que contribuya a consolidar la conformación del Núcleo de Desarrollo Forestal ZRC Perla Amazónica, y así lograr el uso sostenible de la biodiversidad en la región amazónica colombiana.

El modelo de transferencia de tecnología comprendió un primer ejercicio en varias etapas para la generación de información ambiental cartográfica, biológica y de diagnóstico rural que se desarrolló mediante un modelo participativo con los profesionales y técnicos que fueron sujetos de la transferencia. En este modelo el Instituto capacitó en captura de información en campo, desarrolló y analizó los datos y generó la información que el capacitado requería para desarrollar el ejercicio de planeación predial agroambiental, el cual recibe y retroalimenta el modelo durante los espacios de capacitación dispuestos.

Se destaca ampliamente la apropiación social y la participación comunitaria del equipo interdisciplinario conformado, especialmente, la estrategia de promotoría campesina y las capacidades comunitarias fortalecidas de acuerdo a los empleos generados en cada una de las actividades desarrolladas, la gran cantidad de familias involucradas, las inversiones que tomaron lugar para el desarrollo del total de actividades, y logro de la Herramientas de Manejo del paisaje, establecidas en la ZRC Perla Amazónica.

Este proceso de innovación social desarrollado por medio de la restauración productiva participativa como mecanismo aplicado por la organización comunitaria, puede fortalecer un esquema de pago por resultados con impacto en la restauración del ecosistema y en los medios de vida de las familias participantes con las metas en soberanía alimentaria, restauración predial y comunitaria y arreglos productivos como inversiones a futuro, con perspectiva para la implementación del Núcleo de Desarrollo Forestal.

Una clasificación de sistemas de fincas puede ayudar al conocimiento de la dinámica de desarrollo agrícola de una región. En este tipo de análisis se analizan las relaciones entre los tipos de fincas caracterizadas, por ejemplo, por el intercambio de trabajo y de tierra, el uso del suelo o de recursos comunes tales como el agua, el riego etc. y por fenómenos de tipo “macro” ya sean de orden socioeconómico o físico-biológico.

Para el caso de la Amazonia y el ZRC Perla Amazónica, lo agroambiental está orientado hacia un modelo alternativo de intervención del territorio basado en la reducción de la deforestación y en la conservación de los bosques mediante actividades que garanticen la organización de las comunidades, mejoren sus ingresos con la inserción competitiva en los mercados, establezcan acuerdos entre los actores que apunten a cero deforestación al 2030 y sus sostenibilidad a largo plazo, mantengan la conectividad entre los ecosistemas de los Andes y la Amazonia, propicien la adaptabilidad y mitigación al cambio climático, cumplan con la función de regulación del clima en el país, fortalezcan y articulen la institucionalidad, promuevan la investigación, innovación y desarrollo de productos promisorios del bosque, propicien la organización social de la tenencia de la tierra, incidan en la recuperación, protección y conservación de los bienes y servicios ambientales y promuevan el establecimiento de Sistemas Productivos Sostenibles social, económica y ambientalmente viables.

El papel de la cooperación internacional a través de PNUD y GEF con sus programas Paisajes sostenibles para la paz y el Programa Amazonia Sostenible respectivamente, en conjunto con la trayectoria del Instituto SINCHI en la Amazonia, suman esfuerzos que se ven reflejados en el fortalecimiento de las capacidades de los actores en la región para lograr un mayor conocimiento de su territorio que les permita gestionar sus potencialidades y lograr la gobernanza y la sustentabilidad que garanticen el usos sostenible de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades.

LUZ MARINA MANTILLA CARDENAS
Directora General

Tabla de contenido

Presentación	4
Introducción	14
Conceptos claves aplicados a la intervención en el territorio	16
Investigación participativa en la ZRC Perla Amazónica: métodos, instrumentos y aplicaciones	30
Área de estudio.	32
Caracterización de la vegetación de áreas de importancia ambiental.	34
Identificación de especies útiles.	34
Inventario forestal participativo.	39
Tipologías de Sistemas de Producción en le ZRC Perla Amazónica.	47
Descripción de las tipologías:	49
Formulación estudios técnicos para el aprovechamiento de productos forestales no maderables.	61
Planificación predial participativa.	63
Seguimiento a acuerdos en ZRC ADISPA Perla Amazónica.	65
Localización de las zonas monitoreadas	65
Variables de línea base	66
Indicadores de seguimiento Asociación ADISPA Perla Amazónica.	66
Seguimiento a los acuerdos de conservación predios	68
Conclusiones	69
Conectividad funcional en la ZRC Perla Amazónica.	69
Zonificación agroambiental.	97
Restauración productiva participativa.	107
Vivero Tierra Nueva	107
Planificación predial para la restauración	111
Bibliografía	116



Índice de figuras

Figura 1. Coberturas entre 2002-2018 ESC 1: 100.000 en la ZRC Perla Amazónica.	24
Figura 2. Cambios de coberturas entre 2002-2018 en la ZRC Perla Amazónica (Esc: 1.100.000).	24
Figura 3. Paisajes presentes en el departamento del Putumayo.	26
Figura 4. Estado Legal del Territorio en ZRC Perla Amazónica.	27
Figura 5. Estado legal en ZRC Perla Amazónica. Escala 1.100.000	28
Figura 6: Área de estudio.	33
Figura 7. Áreas de importancia ambiental ZRC Perla Amazónica	35
Figura 8. Fotografía de equipo de trabajo en caracterización de la vegetación ZRC Perla Amazónica	35
Figura 9. Fotografías taller de identificación de especies útiles ZRC Perla Amazónica	37
Figura 10. Número de especies reportadas por categoría de uso en ZRC Perla Amazónica.	38
Figura 11. Localización de parcelas ZRC Perla Amazónica.	40
Figura 12. Número de individuos por categoría de tamaño y parcela en ZRC Perla Amazónica.	41
Figura 13. Número total de individuos por categorías de diámetro en ZRC Perla Amazónica.	42
Figura 14. Número total de individuos por categorías de altura en ZRC Perla Amazónica.	42
Figura 15. IVI por especies del dosel ZRC Perla Amazónica.	43
Figura 16. Gráfico de dispersión (DAP vs Biomasa aérea) en ZRC Perla Amazónica	45
Figura 17. Estimaciones de Biomasa aérea y Carbono equivalente en la ZRC Perla Amazónica.	45
Figura 18. Dendrograma por método Ward y la distancia Gower para usuarios encuestados-ADISPA.	50
Figura 19. Composición del tamaño de los predios en hectáreas de las tipologías en ADISPA.	53

Figura 20. Distribución promedio en porcentaje de las hectáreas del uso del suelo en las tipologías.	53
Figura 21. Distribución porcentual de las áreas de pasto en las tipologías ADISPA	54
Figura 22. Distribución de las áreas empeladas para cultivos en predios de las tipologías de ADISPA.	55
Figura 23. Valores promedios de valorización por hectárea según tipologías ADISPA.	56
Figura 24. Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías ADISPA.	57
Figura 25. Porcentaje de distribución del ingreso por actividades ganaderas en tipologías ADISPA.	58
Figura 26. Porcentaje de distribución de los costos de mano de obra en tipologías ADISPA.	60
Figura 27. Porcentaje de venta y autoconsumo de productos agropecuarios en tipologías ADISPA.	60
Figura 28. Fotografía estípote palma chuchana <i>Astrocaryum murumuru</i>	61
Figura 29. Fotografía Inflorescencia y racimo de frutos palma Chuchana <i>Astrocaryum murumuru</i>	62
Figura 30. Fotografía fruto Palma chuchana <i>Astrocaryum murumuru</i>	62
Figura 31. Desplazamiento por río Putumayo. 2019	63
Figura 32. Desplazamiento por Trochas. 2019	63
Figura 33. Dibujo del predio en taller de planificación predial ZRC Perla Amazónica. 2019	63
Figura 34. Puntos GPS en Base Camp para planificación predial ZRC Perla Amazónica. 2019	64
Figura 35. Mapa de zonificación predial en ZRC Perla Amazónica	64
Figura 36. Localización de predios en el territorio de la Asociación ADISPA.	66
Figura 37: Área de estudio para conectividad en ZRC Perla Amazónica.	69
Figura 38: Fragmentación de bosque en ZRC Perla Amazónica.	70
Figura 39. Gurre o Armadillo de nueve bandas (<i>Dasybus novemcinctus</i>).	73
Figura 40. Lapa (<i>Cuniculus paca</i>).	74

Figura 41. Zaíno (<i>Pecari tajacu</i>).	74
Figura 42. Cajuche o Cafuche (<i>Tayassu pecari</i>).	75
Figura 43. Mico maicero (<i>Sapajus apella</i>).	76
Figura 44. Esquema conceptual del proceso metodológico conectividad ecológica.	77
Figura 45. Matrices de resistencia. Lapa, Cajuche y Armadillo (izquierda) y para Zaíno (derecha).	82
Figura 46. Fragmentos de hábitat potencial en la zona norte de acuerdo con las áreas críticas para cada especie reportadas por Benchimol y Peres (2015). Para el armadillo y la lapa (izquierda), zaino (centro) y cajuche (derecha),	84
Figura 47. Fragmentos de hábitat potencial en la zona sur de acuerdo con las áreas críticas para cada especie reportadas por Benchimol y Peres (2015). Para el armadillo y la lapa (izquierda), zaino (centro) y cajuche (derecha),	85
Figura 48. Calidad de hábitat de los fragmentos derivada a partir del área (ha) y el índice de círculo circunscrito relacionado (CIRCLE). La representación de las tres clases se realizó con el método de clasificación de Intervalos geométricos.	86
Figura 49. Áreas porcentuales en los indicadores de conectividad para las especies analizadas.	87
Figura 50. Importancia de los bosques para la conectividad de las especies de dispersión corta (armadillo y lapa) de acuerdo con el valor del indicador. dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes: dPCIntra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).	88
Figura 51. Importancia de los bosques para la conectividad de la especie de dispersión media (zaíno) de acuerdo con el valor del indicador. dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes: dPCIntra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).	89
Figura 52. Importancia de los bosques para la conectividad de la especie de dispersión alta (cajuche) de acuerdo con el valor del indicador. dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes. dPCIntra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).	90
Figura 53. Importancia de los bosques para la conectividad de la especie de dispersión media (mico maicero) de acuerdo con el valor del indicador. dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes: dPCIntra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).	91
Figura 54. Valor de la matriz para la conectividad de acuerdo con el costo de moverse por la matriz entre fragmentos de bosque para el armadillo, lapa y Cajuche.	92

Figura 55. Valor de la matriz para la conectividad de acuerdo con el costo de moverse por la matriz entre fragmentos de bosque para el Zaíno.	92
Figura 56. Modelos de corredores para la movilidad de Lapa, Armadillo, Cajuche y Zaíno.	95
Figura 57. Modelos de conectividad ecológica por especie. Para la lapa (arriba-izquierda), armadillo (arriba-derecha), zaíno (centro izquierda), cajuche (centro derecha) y Mico Maicero (abajo).	96
Figura 58. Modelo de zonificación de áreas de desarrollo agroambiental.	97
Figura 59. Zonificación ambiental – ADISPA.	101
Figura 60. Zonificación agroambiental año 2019 ZRC Perla Amazónica.	102
Figura 61. Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental 2019, ADISPA, ZRC Perla Amazónica	105
Figura 62. Proceso de llenado de bolsas en Vivero Tierra Nueva.	107
Figura 63. Vista general Vivero Tierra Nueva ZRC Perla Amazónica	108
Figura 64. Plántulas creciendo en Vivero Tierra Nueva ZRC Perla Amazónica	109
Figura 65. Cargue de material vegetal de las familias para llegar a sus predios.	109
Figura 66. Plano del Vivero Tierra Nueva.	110
Figura 67. Visitas de verificación de siembra.	115

Índice de tablas

Tabla 1. Cambio de cobertura en la ZRC Perla Amazónica.	23
Tabla 2. Resumen composición florística áreas de importancia ambiental ZRC Perla Amazónica	34
Tabla 3. Categorías de uso que se trabajaron en los talleres veredales.	36
Tabla 4. Matriz de frecuencia de las especies útiles que reportan las familias.	37
Tabla 5. Localización de parcelas permanentes caracterización vegetal en ZRC Perla Amazónica	41
Tabla 6. Estimaciones de contenidos de biomasa y carbono equivalente en ZRC Perla Amazónica	44
Tabla 7. Necromasa de árboles muertos en pie por parcela y hectárea en la ZRC Perla Amazónica	46
Tabla 8. Necromasa de árboles caídos en transectos por parcela en la ZRC Perla Amazónica	46
Tabla 9. Hojarasca y herbáceas en la ZRC Perla Amazónica	47
Tabla 10. Descripción y peso estadístico de las tipologías identificadas en ADISPA	49
Tabla 11. Medidas resumen para las dos tipologías caracterizadas-ADISPA.	50
Tabla 12. Área e ingreso para nueve cultivos en tipologías de los sistemas de producción.	58
Tabla 13. Distribución de los costos de producción de las tipologías ADISPA	59
Tabla 14. Variables Asociación ADISPA.	67
Tabla 15. Porcentaje (%) de conservación de bosque.	68
Tabla 16. Indicadores de seguimiento semestral Asociación ADISPA.	68
Tabla 17. Resultados encuestas presencia/ausencia de fauna en el depar- tamento del Putumayo.	72
Tabla 18. Áreas críticas requeridas por cada especie.	77
Tabla 19. Áreas territoriales promedio reportadas para determinar la distancia de dispersión	79
Tabla 20. Definición de fracciones en análisis de conectividad ecológica.	79
Tabla 21. Valores asignados a las coberturas para construir la superficie de resistencia.	81

Tabla 22. Número total de fragmentos de bosque de hábitat (nodos) para cada especie de acuerdo con el área crítica o rango de hábitat.	83
Tabla 23. Áreas de coberturas de la zona de estudio.	93
Tabla 24. Matriz de decisión 1	98
Tabla 25. Matriz de decisión 2.	98
Tabla 26. Matriz de decisión 3.	99
Tabla 27. Matriz de decisión 4.	99
Tabla 28. Matriz de decisión 5.	100
Tabla 29. Matriz de decisión 6.	100
Tabla 30. Zonificación Agroambiental a nivel de Paisaje.	101
Tabla 31. Zonificación Ambiental ADISPA.	102
Tabla 32. Matriz de decisión zonif_4.	103
Tabla 33. Zonificación agroambiental.	103
Tabla 34. Matriz de decisión.	104
Tabla 35. Zonificación agroambiental.	104
Tabla 36. Especies propagadas en el Vivero Tierra Nueva ZRC Perla Amazónica	110
Tabla 37. Herramientas de manejo del paisaje de restauración productiva participativa implementadas en ZRC Perla Amazónica	112
Tabla 38. Sistema silvopastoril en ZRC Perla Amazónica	112
Tabla 39. Sistemas agroforestales en ZRC Perla Amazónica	113
Tabla 40. Sistema enriquecimiento forestal en ZRC Perla Amazónica	113
Tabla 41. Restauración comunitaria en ZRC Perla Amazónica	114
Tabla 42. Otras especies usadas para restauración en ZRC Perla Amazónica	114
Tabla 43. Evaluación preliminar de la implementación Herramientas de manejo del paisaje de restauración productiva participativa implementadas en ZRC Perla Amazónica	114

Introducción

La Zona de Reserva Campesina La Perla Amazónica está ubicada en Puerto Asís en el departamento de Putumayo y fue creada a través de la Resolución N°0069 del 18 de diciembre del 2000, para incentivar en las comunidades campesinas procesos de protección, conservación y desarrollo sostenible del sector rural. Esta Zona de Reserva Campesina -en adelante ZRC- es un escenario de desarrollo local-rural conformada por un ecosistema transformado, que se constituye en una estrategia jurídico-política de protección de la biodiversidad y del territorio, de construcción de paz y defensa de la vida (INCODER y ADISPA 2012; ADISPA 2019).

Este documento que hoy entregamos reúne los conceptos claves aplicados a la intervención en el territorio para que el lector pueda tener claridad acerca del uso de la terminología.

Continúa con la descripción del desarrollo de la investigación participativa en la ZRC Perla Amazónica, sus métodos, instrumentos y aplicaciones. Se presenta en este capítulo el área de estudio, la caracterización de la vegetación de áreas de importancia ambiental, se hace una identificación de las especies útiles, con un inventario forestal participativo.

Se describen las tipologías de Sistemas de Producción en la ZRC Perla Amazónica identificadas y se registra como se llevó a cabo la formulación estudios técnicos para el aprovechamiento de productos forestales no maderables.

Se registra como se llevó a cabo la planificación predial participativa, el seguimiento a acuerdos en ZRC ADISPA Perla Amazónica, la localización de las zonas monitoreadas, la definición de las variables de línea base, los indicadores de seguimiento Asociación ADISPA Perla Amazónica y el seguimiento a los acuerdos de conservación predios, como parte de la investigación participativa,

El Instituto SINCHI conjuntamente con ADISPA, ejecutaron un trabajo colaborativo que es el objeto de esta publicación, en la cual se destaca la participación comunitaria tanto en la formación, como en ejecución de actividades a diferentes niveles de intervención: a escala de paisaje, a nivel de conectividad y a nivel local, de acuerdo con la planificación predial y en la implementación de arreglos productivos, bajo el esquema de acuerdos de conservación, con los cuales se busca generar una mejor calidad de vida de los pobladores de la ZRC La Perla Amazónica.

Con esta sinergia, y bajo el amparo conceptual de la restauración como método participativo, se implementaron acciones para la conservación, protección y conectividad de paisajes productivos sostenibles amazónicos, directamente ligadas a las comunidades campesinas, enfocadas en la gestión sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los territorios y en alcanzar la sana relación entre los sistemas socio ecológicos, la soberanía alimentaria y la sostenibilidad.



Conceptos claves aplicados a la intervención en el territorio

- **Zonificación:** La zonificación agroambiental se define como la división de un área en unidades más pequeñas, que tienen características similares que están relacionadas con su aptitud y su potencial de producción (FAO, 1996 en Portilla, E. P. y Kientz, D. G. 2006). Como resultado de este proceso se identifican los tipos de usos de la tierra que son más acordes con la capacidad productiva de los recursos naturales, procurando a la vez el equilibrio y la conservación de los agroecosistemas (SSSA, 1995 en Portilla, E. P. y Kientz, D. G. 2006).

La zonificación es la sectorización de un territorio con diversos criterios, para identificar unidades geográficas relativamente homogéneas con características físicas, biológicas y socioeconómicas, con potencial ecológico para su evaluación con diversas opciones de uso sostenible (Arango, M. A. 2007 en Suarez, Giclis M., y otros 2013).

Iniciativas regionales y nacionales que permitan modelar el patrón actual de uso del suelo y predecir los impactos de los cambios futuros, serán de suma importancia para evitar conflictos y optimizar los beneficios de la utilización de los recursos al mínimo costo ambiental. En este sentido, las metodologías de evaluación de tierras deberán irse precisando a escalas regionales e incorporando el uso de los sistemas de información geográfica como herramienta de planeación participativa (Bojórquez-Tapia y otros 2001, Lacher, 1998 en Portilla, E. P. y Kientz, D. G. 2006).

De las experiencias de investigación reportadas, se puede establecer que los objetivos de la zonificación agroecológica siempre se relacionan con la clasificación y representación espacial de la aptitud de la tierra con respecto a un determinado uso. Sin embargo, cada estudio tiene sus particularidades, determinadas entre otros aspectos por la disponibilidad de información ambiental del área de estudio y el conocimiento de los requerimientos agroecológicos de las especies (Portilla, E. P., y Kientz, D. G. 2006).

Para el presente análisis, las capas de información temática que se utilizaron para realizar la zonificación se definieron así:

- **Coberturas de la tierra:** Las coberturas de la tierra son aquellos elementos que están sobre su superficie y que en algunas zonas como en los trópicos en lo que se refiere a los bosques, se convierten en el escudo protector de recursos como el suelo y agua; que, a su vez, son el principal soporte en la producción de biomasa y de servicios ambientales para las sociedades.

El monitoreo de las coberturas de la tierra en la Amazonia colombiana se hace, desde al año 2008, a través del Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la

Amazonia colombiana –SIMCOBA- que se gestiona como parte del programa de investigación Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad, del Instituto SINCHI, a través del Laboratorio de Sistemas de Información Georreferenciada y Sensores Remotos SIGySR (Murcia U. y otros 2016).

- **Coberturas de la tierra en la Amazonia colombiana:** Esta región mantiene la mayor parte de su territorio con coberturas naturales, esto se evidencia con los resultados de la actualización del mapa de coberturas de la tierra del año 2014, cerca del 90% de la Amazonia está cubierta por bosques, arbustales, herbazales y cuerpos de agua; se clasificaron 40 tipos de coberturas diferentes, de las cuales dos clases (palma de aceite y arroz) que no se habían detectado en los periodos anteriores (Murcia U. y otros 2016).

El bosque denso alto de tierra firme es la cobertura predominante en la región amazónica, ya que cubre el 70,6%. Le siguen, el bosque denso alto inundable heterogéneo (7,1%), los pastos limpios (4,6%), el bosque denso bajo de tierra firme (3,4%) y la vegetación secundaria o en transición (2,5%) (Murcia U. y otros 2016).

- **Información generada para el área de referencia ZRC Perla Amazónica:** La ZRC Perla Amazónica se encuentra dentro de la jurisdicción administrativa del municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo, ubicada al margen del río Putumayo y es reconocida por el Incora mediante resolución 0069 del 18 de diciembre del año 2000. Está conformada por las Inspecciones Bajo Cuembí y Comandante, y posteriormente se integran en el Corregimiento denominado Perla Amazónica, según Acuerdo N°016 de agosto 27 de 2001. Adopta su actual nombre como Zona de Reserva Campesina Perla Amazónica, a partir de la Resolución 309 de 2013 expedida por el Instituto Nacional de Desarrollo Rural –INCODER. Se encuentra organizada político administrativamente en cuatro sectores y 24 veredas constituidas en juntas de acción comunal (PDS Perla Amazónica, 2012).

En este contexto, la generación de la cartografía y el análisis espacial del área se realizó en dos niveles de aproximación al territorio: El primer nivel de aproximación consistió en un análisis a nivel regional, que permitió determinar las zonas prioritarias del proyecto, para lo cual se utilizaron insumos cartográficos existentes para el departamento del Putumayo a escala 1:100.000. A partir de estos insumos se realizaron los análisis territoriales de contexto, donde se priorizaron las veredas para el proceso de socialización para determinar el área de influencia del proyecto y donde se realizarían las acciones de mantenimiento y recuperación de conectividades. Y en el segundo nivel de aproximación, se llevó a cabo un análisis a nivel veredal con el cual fue necesario

generar elementos propios de cartografía básica y temática a escala 1:25.000, ya que no se contaba con estos insumos. La finalidad de este ejercicio fue obtener la línea base, determinando las coberturas existentes en cada vereda vinculada al proyecto.

- **Estratos de Intervención:** Se denomina de esta manera al resultado de zonificar la Amazonia colombiana considerando diferentes grados de transformación de las coberturas naturales, por acción antrópica. Para esta zonificación se tomó como referente espacial una cuadrícula de 1 km², y a partir de la información de coberturas de la tierra, agrupadas en dos clases, antrópica y natural, se generaron tres clases de intervención. Para delimitar los rangos de transformación (intervención) se consideró el porcentaje de cobertura antrópica en el referente espacial (cuadrícula 1 km²), con los siguientes límites: i) Alta intervención (cobertura antrópica > 70%); ii) Media intervención (cobertura antrópica > 30% <= 70%); iii) Baja intervención (cobertura antrópica < 30%); y, iv) Nula sin intervención (<http://siatac.co/web/guest/estratos-de-intervencion>).
- **Fragmentación:** El término fragmentación usualmente se emplea para denotar la división de un hábitat, antes continuo, en parches aislados que difieren en forma y tamaño (McGarigal y McComb 1999; Phillips y Navarrete 2009). En un paisaje forestal fragmentado, las áreas forestales forman parches rodeados por una matriz de tierras agrícolas u otras formas de uso del suelo. La fragmentación modifica las condiciones medioambientales y el funcionamiento de los ecosistemas alterando el régimen hidrológico, el ciclo de los elementos minerales, el microclima y las propiedades de los suelos (Forman, 1994; Mas y Correa Sandoval 2000). La fragmentación de los hábitats en parches separados conduce a la reducción de las poblaciones, de los intercambios y de los procesos de inmigración. Estas modificaciones se traducen en la pérdida o el desplazamiento de la biodiversidad (Estrada y Coates, 1994; Lauga y Joaquim, 1992; McIntyre, 1995; Saunders y otros 1991; Turner, 1996; Mas y Correa Sandoval 2000).
- **Índices de paisaje:** Los resultados de la aplicación de métodos cuantitativos en ecología del paisaje se agruparon en los denominados: índices de paisaje. Los índices de paisaje aportan interesantes datos numéricos sobre la composición y la configuración de los paisajes, la proporción de cada cubierta del suelo o la superficie y la forma de los elementos del paisaje. Además, los índices de paisaje permiten una útil e interesante comparación entre distintas configuraciones paisajísticas, la misma área en distintos momentos temporales o la definición de escenarios futuros (Gustafson, 1998; Vila Subirós, J., y otros 2006).

Para la presente metodología, las métricas utilizadas para el análisis de fragmentación y la obtención del Índice de Calidad del Fragmento (ICF) que se utilizaran, basado en los análisis de fragmentación previos a este estudio, realizados por Huertas, CM y Murcia, U. 2011 y Cañón, I. 2015, son las siguientes:

- **Contraste de Borde: (ECON)** Mide el grado de afectación de la riqueza de especies de un fragmento por los diferentes tipos de fragmentos que lo rodean (pastos limpios, mosaicos de cultivos, plantaciones, etc. (McGarigal, Cushman, Neel, y Ene, 2002).
- **Área: (AREA)** La información sobre el tamaño de parche puede ser utilizada para modelar la riqueza de especies y los patrones de distribución de especies. (Baeza, 2009).
- **Borde: (PERIM)** El estudio de los bordes está íntimamente ligado al contexto del paisaje, ya que es en estos límites entre los fragmentos y sus alrededores donde la impresión más inmediata del contexto del paisaje es detectable. Los bordes son los límites entre los tipos de hábitat, como el borde entre un río y su orilla, o entre un prado y un bosque (Collinge, S. K. 2009).

- **Área núcleo: (CORE)** Las superficies de hábitat interior (core área), son pequeñas áreas de uso intenso dentro de la distancia del hábitat, es decir, el área donde los animales o grupos individuales restringen la mayoría de sus actividades (Burt 1943, Samuel y Green 1988, Asensio, N. y otros 2012).
- **Dimensión fractal: (FRAC)** Originalmente, ésta describe una relación invariable en la escala de observación, entre el perímetro y la superficie de un objeto. (Mandelbrot, 1977; François y Sandoval, 2000). La forma determina principalmente la longitud y las propiedades del borde (“efecto de borde”), así como su interacción con los hábitats adyacentes o matriz circundante (Laurence y Yensen, 1991; Pincheira-Ulbrich, y otros 2009).
- **Vecino más cercano: (ENN)** El grado de aislamiento de un parche puede caracterizarse por la distancia al parche vecino más cercano. (François y Sandoval, 2000). La distancia de un individuo a su vecino más cercano, independientemente de la dirección, proporciona la base para esta medida de espaciamiento.
- **Estructura de los fragmentos de bosque con relación a la distancia al borde:** En el caso de la variable abundancia, los valores tienden a disminuir hacia el interior del bosque en las diferentes categorías diamétricas, sobre todo para el caso de los brinzales y latizales, pero no hay diferencias estadísticamente significativas. En este sentido, Oliveira-Filho y otros (1997), Hubbell y Foster (1983), Knight (1975), Laurance (1991), Laurance y otros (1997), Metzger (2000), Tabanez y otros (1997) y Williams-Linera (1990) en Lescano, H. y otros (2002), señalan que la abundancia de individuos (principalmente de brinzales y latizales) decrece una vez que se adentra en el bosque, quizás fenómenos de competencia por luz pueden inhibir el desarrollo de los individuos ubicados en estas categorías diamétricas al interior del bosque.

Los valores de abundancia señalan que el mayor número promedio de individuos se encontró a distancias de 40-60 m del borde, seguidos de la distancia 0-20 m para la categoría de fustales (Cuadro 1), mientras que para latizales la mayor abundancia promedio se halló a la distancia entre 0-20 m y en el caso de los brinzales fue en la distancia 60-80 m del borde.

En el caso del área basal se observó que para fustales los mayores valores promedios de área basal se encontraron a distancias entre 80-100 m del borde seguidos de cerca por los valores promedios de área basal en las distancias 40-60 m y 0-20 m del borde, mientras que para los latizales el mayor valor promedio de área basal se encontró a distancias de 0-20 m, seguidos por la distancia 60-80 m y 80-100 m. No hubo diferencia significativa relacionada a la distancia al borde para ninguna de estas variables estructurales a diferencia de lo que encontró Williams-Linera (1990) en fragmentos de bosque húmedo de tierras bajas en San Blas, en Panamá; ella señala que la densidad y área basal de plantas menores de 5 cm de DAP decrecía a medida que se alejaba de los bordes hacia el bosque. En el caso de los arbustos entre 5-9,9 cm DAP mostraron incremento en densidad y área basal hasta unos 20 m desde el borde del bosque. En un estudio hecho por Laurance y otros (1997) se reporta que para árboles de 10 cm de DAP hubo cambios en la densidad y en el área basal con la distancia (Lescano, H., y otros 2002).

La alta producción de semillas pequeñas, así como el oportunismo para desarrollarse en lugares con alta intensidad lumínica, hacen parte de la estrategia utilizada por las especies R. Éstas logran colonizar eficientemente espacios intervenidos, como lo son las zonas fragmentadas. Por el contrario, las especies K se identifican por ser longevas, persistentes y por sobrevivir en ambientes densos con altas tasas de competencia. En las plantas, estas características se traducen en alcanzar tamaños considerables para producir periódicamente frutos grandes en baja cantidad (Begon y otros 2006). Así se explica la gran abundancia de plantas con semillas pequeñas cerca de los

bordes, ya que sus adaptaciones les permiten soportar los impredecibles cambios ambientales, que no serían suficientes para sobrevivir a la competencia propia del interior del bosque.

Además, en este estudio se demuestra que el desplazamiento de las plantas de semilla grande y mediana (especies K) hacia las zonas alejadas de los márgenes de los fragmentos surge como respuesta por el hábitat constante y predecible lejos de estos márgenes. (Stevenson, P., y Rodríguez, M. 2008). Con base en las estimaciones realizadas por Lescano, H., y otros (2002) y Stevenson, P., y Rodríguez, M. 2008, se adoptó que, para el presente estudio, el área de borde sea de 100 metros.

- **Conectividad:** La conectividad puede definirse como la característica del paisaje que facilita los flujos ecológicos y el movimiento de los organismos a través de este (Calabrese y Fagan, 2004, Vergara, L. 2017) o como el grado en el cual el paisaje facilita o impide el movimiento entre fragmentos, siendo considerada como un factor clave en la conservación de la biodiversidad para el mantenimiento de la estabilidad e integridad de los ecosistemas naturales (Taylor y otros 1993; Raison y otros 2001; Crist y otros 2005 en: Saura y Hortal, 2007 en Vergara, L. 2017). En este sentido la conectividad tiene dos componentes: uno: El aspecto estructural relacionado directamente con la configuración espacial del paisaje y dos: el aspecto funcional que se relaciona con la capacidad de dispersión de las especies o flujos ecológicos, razón por la cual depende del grupo biológico o procesos ecológicos considerados (Calabrese y Fagan, 2004 en Vergara, L. 2017).

La conectividad asegura la dispersión de las especies, el flujo de genes necesario para mantener las poblaciones y diversas funciones ecológicas a nivel de paisaje, constituyendo un aspecto clave en la planeación de la conservación, análisis de cambios, monitoreo y manejo de los paisajes transformados donde aún quedan espacios de hábitat, ya sea para implementar acciones que aumenten la permeabilidad de la matriz y faciliten el movimiento a través de ella o la construcción de corredores de condiciones favorables que conecten físicamente las zonas de hábitat remanente (Pascual-Hortal y Saura, 2006; Baranyi, Saura, Podani y Jordán, 2011 en Vergara, L. 2017).

- **Corredores de conectividad:** El análisis de la conectividad del área de interés se realizó aplicando un modelo de grafos probabilístico, para las cuatro especies definidas pertenecientes a tres rangos de dispersión (corto y medio y largo). Dicho modelo permite identificar la importancia que tienen cada fragmento para la conectividad del hábitat de las especies estudiadas. Adicionalmente el modelo tuvo en cuenta la dificultad de atravesar la matriz para el flujo de los individuos entre los nodos mediante la construcción de una superficie de resistencia o fricción y empleando distancias medias de dispersión para estos dos grupos obtenidas de la literatura (Ciontescu N. 2018).
- **Proceso de zonificación agroambiental y social:** De este procesamiento, se buscó obtener zonas delimitadas, en las cuales se denota y compaginan ampliamente con el carácter de la ZRC Perla Amazónica como un ecosistema transformado donde se consolida como una propuesta de uso, manejo y conservación de la biodiversidad en el territorio de acuerdo al Plan de Desarrollo Sostenible de la ZRC La Perla Amazónica, destacándose la amplia participación comunitaria y la formación práctica de metodologías según dos niveles de intervención: Paisaje y apuesta de conectividad, y también la planificación predial y los arreglos productivos (ADISPA y Incoder 2012).

Entre estas actividades están:

- **Conservación.** Un acuerdo de conservación es una herramienta de negociación entre dos o más actores alrededor del ordenamiento de actividades relacionadas con la conservación, la preservación, el uso y manejo de determinados recursos, donde las partes orientan acciones puntuales y compromisos sobre el uso, manejo

y conservación del territorio (Modelo de intervención territorial a nivel de paisajes productivos en la Amazonia colombiana, Documento en preparación. V1).

- **Enriquecimiento forestal:** El sistema de enriquecimiento en fajas es el sistema de plantación, más extendido en la Amazonia (Nalvarte, 2004). Este método es un sistema de regeneración artificial de bosques, mediante el cual la regeneración natural es complementada con la plantación de especies forestales comercialmente valiosas (Flores, 2002), siendo éste, un sistema poco intensivo de plantación (Whitmore, 1998). Están en zonas donde se ha practicado la extracción selectiva de madera, o sea, donde se han cosechado solo aquellos pies comerciales, dejando en pie el resto de los árboles, o en zonas por las que la regeneración natural no funcionó (Flores, 2002).
- **Sistemas productivos sostenibles:** Sistemas agroforestales que son formas de uso y manejo de los recursos en los que especies leñosas (árboles y arbustos), se usan en asociación con cultivos agrícolas simultáneos o temporales. Estos sistemas agroforestales incluyan especies promisorias de la biodiversidad amazónica y que son asociadas a cadenas como las del caucho, cacao o café y maderables (Pilar 3 agroambiental).
- **Sistemas silvopastoriles:** Son una modalidad de los sistemas agroforestales, donde se desarrollan árboles y pasturas manejados en forma conjunta, cuyo objetivo es incrementar la productividad en forma sostenible, supliendo además otros beneficios (Radulovich, 1994, en Pérez, Antonio Mijail, y otros, 2005).
- **Restauración ecológica:** Se define como el proceso de asistir el recubrimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido con el fin de encontrar las condiciones de integridad ecológica. En la restauración ecológica se tiene como objetivo el restablecimiento de la función y la estructura de las áreas que han sido disturbadas, utilizando como referencia los ecosistemas predisturbio” (National Research Council, 1992; SER 2004 en Barrera-Cataño, J. y Valdés-López, C. 2007).

En otras palabras, la restauración ecológica es un cúmulo de acciones orientadas a la recuperación de la integridad ecológica perdida que, en conjunto con las ciencias de la conservación y la sostenibilidad, pueden generar excepcionalmente la biodiversidad nuevamente, y simultáneamente puede incentivar el desarrollo económico y social de comunidades locales por medio de la generación de bienestar. Complementariamente, la restauración comprende acciones de largo plazo que buscan intencionalmente ayudar a que los ecosistemas afectados o degradados debido a acciones humanas o naturales para recuperar la salud, integridad y sostenibilidad de estas zonas. La restauración se alimenta y fortalece grandemente con la integración de la investigación científica y con el conocimiento de las comunidades locales, con el fin de comprender cómo es el funcionamiento de los ecosistemas y cuál es la forma para que se recuperen naturalmente. La generación de este conocimiento sobre la restauración ecológica es una fuente de insumos para planificar y tomar acciones para el seguimiento y monitoreo y así, tomar decisiones, reorientar acciones que permitan idealmente el manejo adaptativa de la restauración. Así, la restauración es una actividad continua que se retroalimenta constantemente, por lo que la participación de las comunidades es un factor de éxito preponderante. Hoy por hoy, la restauración ecológica se consolida bajo dos enfoques de acción: pasiva que busca detener la fuente de perturbación, y activa que implementa acciones para restablecer o aumentar la abundancia de organismos, especies o poblaciones.

Finalmente, la restauración productiva participativa se configura como una estrategia de manejo del territorio o herramienta de manejo del paisaje donde las comunidades locales participan activamente, con el fin de ser sujetos activos para la planeación y diseño de estrategias para la transformación del territorio. El enfoque adoptado en el

desarrollo de esta iniciativa se centra en los alcances de la restauración productiva participativa, donde la evaluación constante y periódica de las actividades, brinda posibles soluciones y reformulaciones, que ajustan y configuran los productos esperados en el tiempo, exitosamente y para el beneficio de las comunidades locales, quienes día a día, según los beneficios, a futuro, cada vez menos necesitaran de los incentivos para el desarrollo de actividades. La restauración productiva participativa se consolida como un método participativo de implementación de la estrategia de conectividad y diseño de paisaje productivo sostenible.

- **Herramientas de Manejo del Paisaje:** El diseño de las herramientas de manejo para un paisaje (HMP) es la respuesta a las condiciones de transformación del paisaje y las oportunidades de conservación identificadas. Las HMP diseñadas pueden contener diferentes arreglos vegetales y estructurales, y su ajuste para la escala predial deberá responder a características de la finca como las oportunidades de conservación identificadas, los sistemas productivos del predio, el costo de oportunidad de la tierra y las necesidades de recursos del bosque para uso por parte de los propietarios. Las HMP se proponen en el proceso de planificación predial para apoyar la concertación en el reordenamiento de la finca (Barrera y otros, 2019). A continuación, se mencionan los diferentes tipos de HMP:
 - Cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento. (Acuerdos de Conservación)
 - Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos
 - Sistema agroforestal
 - Árboles dispersos
 - Sistema silvopastoril
 - Banco de proteínas
 - Bosque dendroenergético
 - Ampliación de parches de bosque o cañadas
 - Corredores biológicos
 - Cercas vivas mixtas
- **Planificación predial:** La planificación predial es una estrategia que se basa en conocer el estado y relación de todos los componentes de una finca, sus fortalezas y debilidades, para orientar sus posibilidades de desarrollo, definir las acciones a emprender y el orden de implementación para cada caso familiar. La planificación predial se puede definir como el uso de los recursos y elementos del sistema productivo dentro del predio, considerando sus características, potencialidades y limitaciones (Fonseca y otros 2019).
- **Núcleos de Desarrollo Forestal:** De forma general, los NDF son áreas localizadas en frentes de colonización con acelerados procesos de deforestación, que tienen una importante oferta forestal, también cuentan con vías de acceso fluvial y/o terrestre, con mercados forestales presentes y con oportunidades de crecimiento, y donde existen necesidades de formalización de la propiedad (MADS 2020). En los NDF, el componente forestal será la actividad económica principal sin ser la única, por lo que se requiere de una visión integral de desarrollo de territorio, definiendo áreas de

restauración, con especies forestales valiosas, sistemas agroforestales y reconversión ganadera (MADS 2020). Para un desarrollo óptimo de las actividades del NDF, se deben asegurar el crecimiento económico, la inclusión social y protección ambiental, con el fin de hacer uso de recursos maderables y no maderables, y así, consolidarse como una verdadera estrategia de conservación y de cierre de la frontera agropecuaria (MADS 2020).

Bajo un enfoque comunitario los NDF: “Son áreas donde se concentran comunidades que realizan actividades de producción con los bienes y servicios obtenidos a través del uso, manejo y aprovechamiento forestal sostenible de los bosques. Los productos que se aprovechan pueden ser maderables y no maderables. La presencia de un núcleo forestal se fundamenta en que exista una oferta natural del bosque, que podrá ser aprovechada por las comunidades que los habitan” (Arboleda 2021).

• **Coberturas de la tierra en la ZRC Perla Amazónica a escala 1.100.000:**

El análisis de las coberturas a escala 1:100.000 muestra al año 2018 tres grupos bien diferenciados. Un primer grupo pastizales, predominado por el Mosaico de cultivos, Pastos y Espacios naturales y Mosaico de pastos con espacios naturales seguido de pastos limpios. Un segundo grupo dominado por Vegetación secundaria o en transición y un tercer grupo dominado por Bosques denso-altos de tierra firme (Tabla 1). El análisis permite mencionar (Figura 1) que en el periodo 2002 a 2018 los pastizales se redujeron en un 14% principalmente asociado a la reducción en pastos limpios. La vegetación secundaria se vio incrementada en un 40% y los bosques denso-altos se redujeron en un 27%.

Tabla 1. Cambio de cobertura en la ZRC Perla Amazónica.

GRUPO	COBERTURA	ÁREA EN HECTÁREAS					
		2002	2007	2012	2014	2016	2018
Pastizales	Pastos limpios	3535	1906	2980	1786	2269	1468
	Pastos enmalezados	694	129	118	119	258	436
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales					3359	2682
	Mosaico de pastos con espacios naturales	3639	8252	7217	8137	2626	2183
Total, pastizales		7868	10287	10315	10042	8512	6769
Vegetación secundaria o en transición		6296	4872	4778	5423	6959	8803
Fragmentados	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	28	41	41	327	194	213
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	6		36	352	467	300
Total, Bosque fragmentado		34	41	77	680	660	513
Bosque denso alto de tierra firme		6964	5929	5969	4990	4956	5060
Otras	Zonas arenosas naturales			55	55	38	60
	Ríos	854	886	822	826	836	788
Cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales					58	25
Total, otros		854	886	877	880	932	873
TOTAL		22016	22016	22016	22016	22019	22019

Fuente: Presente estudio.

En las Figuras 1 y 2 se observan las coberturas 2018 Escala 1:100.000 en el área de perla Amazónica. Las coberturas naturales se concentran hacia las veredas la frontera y la española en el margen derecho del río Putumayo y en las veredas Puerto Playa, Guadalupe, Zamora, Belén y la Rosa en el margen izquierdo.

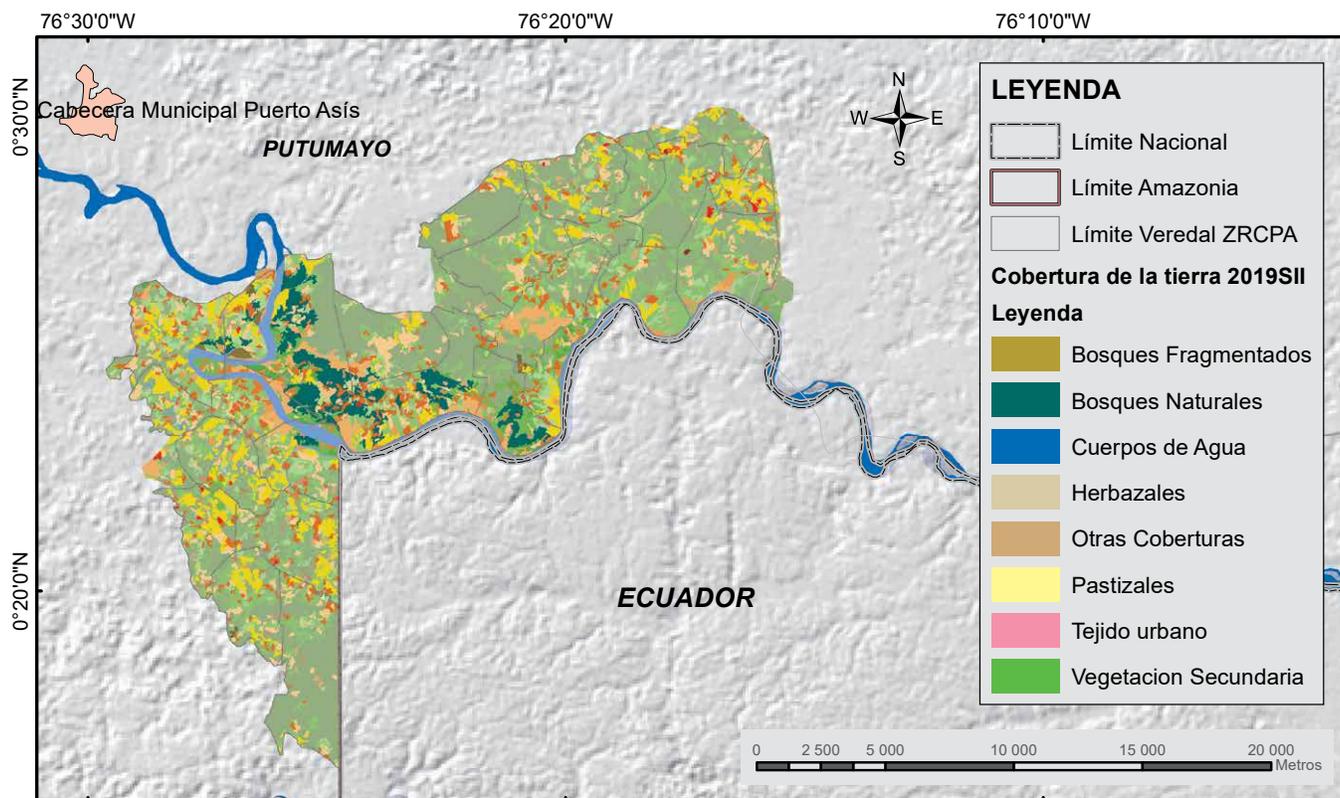
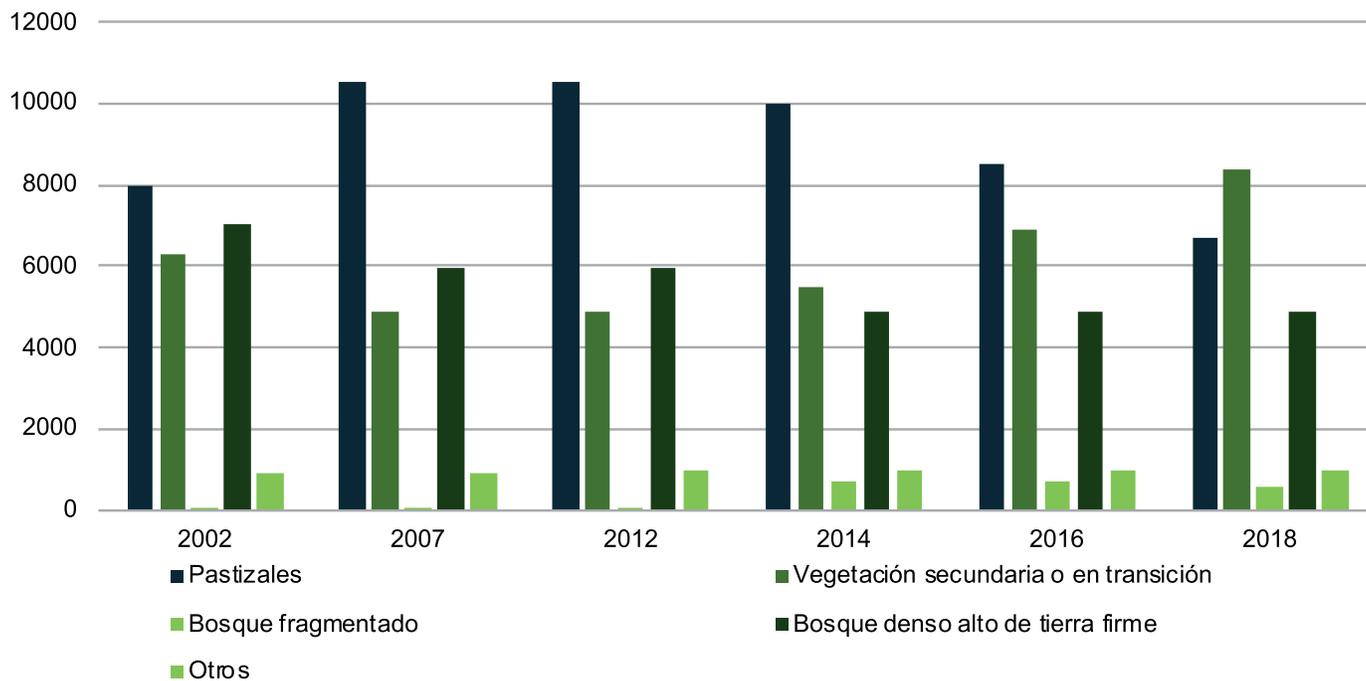


Figura 1. Coberturas entre 2002-2018 ESC 1: 100.000 en la ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Presente estudio.

Figura 2. Cambios de coberturas entre 2002-2018 en la ZRC Perla Amazónica (Esc: 1.100.000).

Fuente: Presente estudio.



- **Paisaje:** Troll (1950) partió de la premisa, que un paisaje es una entidad integrada, en el sentido de ser más que la suma de unos componentes interactuantes (clima, litología, suelo, vegetación, actividades humanas), debiendo por lo tanto estudiarse como tal (Etter, A. 1990).

El Paisaje se considera como una entidad espaciotemporal integrada, cuya expresión morfológica y funcional se debe fundamentalmente a las relaciones que se dan entre sus componentes, y no a una suma de las cualidades de estos. (Etter, A. 1990).

Así, un paisaje puede definirse como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, consistente en un complejo de sistemas conformados por la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas (adaptado de Zonneveld 1979. Etter, A. 1990).

Un paisaje siempre consta de elementos (componentes estructural-funcionales) que corresponden a porciones homogéneas de espacio geográfico equiparables a la noción de ecosistema. Los elementos del paisaje son resultado de la interacción de los factores formadores del paisaje (clima, geología, hidrología, suelos, vegetación, fauna, hombre) y de su variabilidad en el espacio geográfico (Etter, A. 1990).

“El paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella (sensu Forman y Godron 1986). Esta aproximación al paisaje es muy atractiva y asume el concepto de paisaje total, al identificar al paisaje con el medio y definirlo por la combinación de determinados ecosistemas, sus interacciones, la geomorfología y el clima, la perturbación que los afecta y la abundancia relativa de los ecosistemas combinados (MOPT 1993).

La visión del paisaje total está encaminada, por lo tanto, a considerar al paisaje como indicador o fuente de información del territorio (Forman y Godron 1986), citado por Muñoz-Pedrerros, 2004) Evidentemente, los cambios y el dinamismo imperante en la composición estructural y morfológica del paisaje tienen su origen en la propia dinámica ecológica y está fuertemente condicionada por la actividad antrópica, especialmente en los paisajes más humanizados. La sociedad es, en muchas ocasiones, la variable ecológica dominante en la determinación de la configuración del paisaje y de las implicaciones funcionales que se generan, en un momento dado y en su evolución en el tiempo : (Villa Subirós, y otros 2006).

La planificación del paisaje incluye su preservación y conservación con fuertes connotaciones ecológicas y considera la aplicación de un enfoque sistémico al conjunto de elementos naturales o artificiales (normalmente el paisaje rural y urbano), con el objeto de estudiarlos y evaluar su preservación o modificación (Gómez 1980; Breman 1993; Muñoz-Pedrerros 2004).

El estudio del paisaje debe incluirse en todo proyecto de desarrollo, para determinar su calidad frente al ejercicio de ciertas actividades y adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural (Muñoz-Pedrerros, 2004).

El paisaje se define como una gran porción de tierra caracterizada por una repetición de tipos de relieves similares o por una asociación de tipos de relieves disímiles (Zinck, 2012). Los tipos de paisaje considerados en el sistema de clasificación IGAC 2007 son: Montaña (M), Altillanura (A), Piedemonte (P), Lomerío (L), Planicie/Llanura (R), Valle (V), Superficie de aplanamiento o Peni planicie (S). Para el departamento del Putumayo, a nivel de paisaje, se definen cinco unidades (Figura 3).

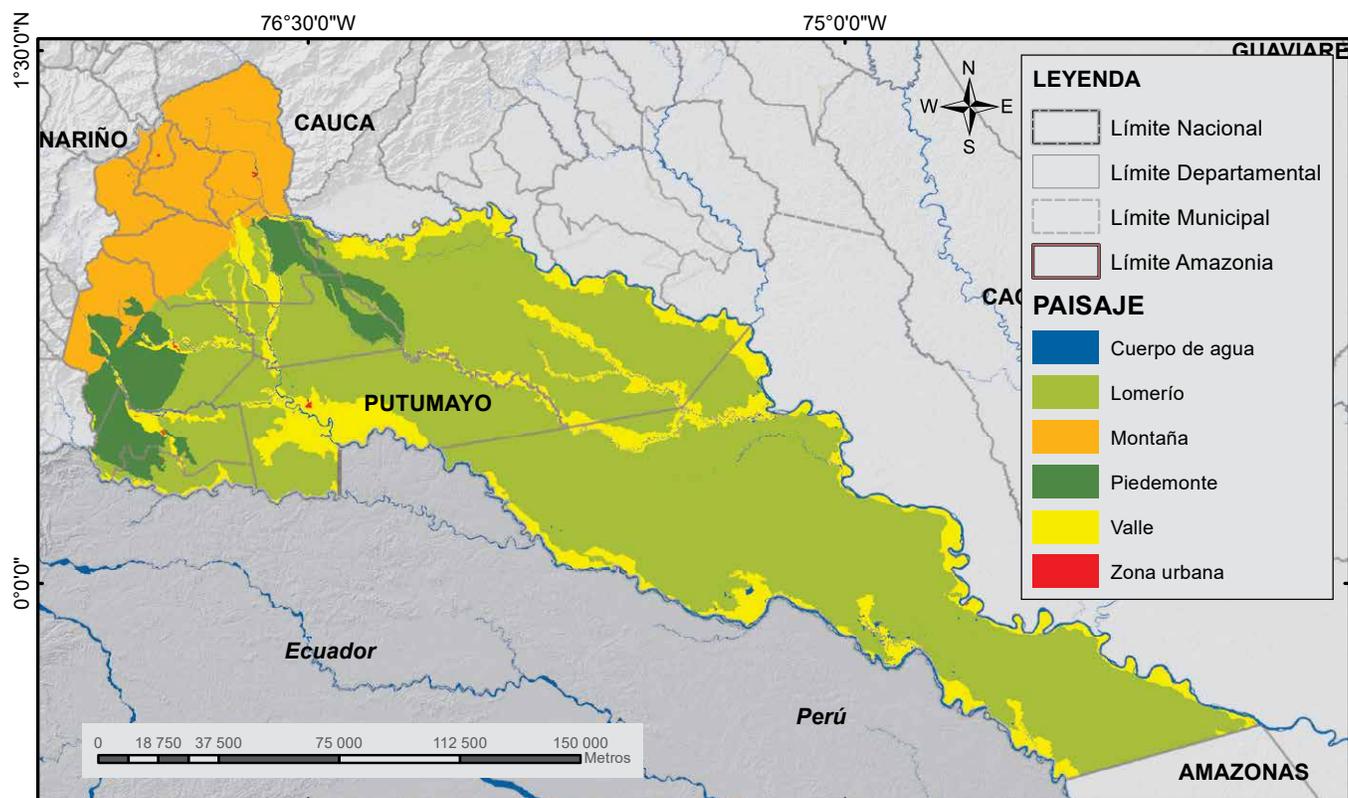


Figura 3. Paisajes presentes en el departamento del Putumayo.

Fuente- SIAT-AC Año: 2020

- **Montaña:** porción de terreno elevada, escabrosa, profundamente disectada, caracterizada por: Alturas relativas importantes con relación a las unidades de paisaje circundantes (externas) de posición más baja (p.e. planicies, piedemontes); Importante disección interna, generando una neta energía de relieve entre las áreas montañosas y los valles intercalados (Zinck, 2012).
- **Altiplanicie:** (altiplano, planalto, plateau): porción de terreno relativamente elevada, extensa, plana, comúnmente limitada por lo menos en un lado por una caída brusca (escarpe) a terrenos más bajos. Se origina frecuentemente por levantamiento tectónico de una planicie anterior, subsecuentemente subdividida por la incisión de profundas gargantas y valles. La superficie topográfica es tabular o ligeramente ondulada, porque la erosión es mayormente de entalle lineal. El paisaje de altiplanicie es independiente de la altitud, si cumple con las características diagnósticas de esta geoforma, como son posición alta, topografía tabular, y escarpes en sus bordes o en los cursos de agua que la entallan profundamente. De acuerdo con esta concepción, los relieves planos de la Formación Mesa en el oriente venezolano, entallados por una serie de valles de profundidad variable (40-100 m), conforman un paisaje de altiplanicie a no más de 200-300 msnm; mientras que el Altiplano Boliviano es un paisaje de altiplanicie a 3500-4000 msnm (Zinck, 2012).
- **Piedemonte:** porción de terreno inclinada al pie de unidades de paisaje más elevadas (p.e. altiplanicie, montaña). Su composición interna es generalmente heterogénea e incluye:–colinas y lomas desarrolladas en el substrato precuaternario, expuesto por exhumación después de que la cobertura aluvial del Cuaternario ha sido removida por erosión;–abanicos y glacia, a menudo en posición de terraza (abanico-terrace, glacia-terrace), compuestos por material detrítico del Cuaternario transportado por torrentes desde terrenos altos circundantes. Los piedemontes situados al pie de sistemas montañosos recientes (cordilleras) muestran generalmente rasgos neotectónicos, como por ejemplo terrazas falladas y basculadas (Zinck, 2012).

- **Valle aluvial:** porción de terreno alargada y plana, intercalada entre dos zonas circundantes de relieve más alto (p.e. piedemonte, altiplanicie, lomerío, o montaña). Un valle está generalmente drenado por un solo río. Son frecuentes las confluencias de corrientes de agua. Para su reconocimiento, un valle debe tener un sistema de terrazas que, en su mínima expresión, comporta por lo menos una vega y una terraza baja. En ausencia de terrazas, se trata simplemente de un entalle fluvial, el cual queda expresado en un mapa por la red hidrográfica (Zinck, 2012).
- **Lomerío:** porción de terreno quebrada, caracterizada por una repetición de colinas redondas o lomas alargadas, con cumbres a alturas variables, separadas por una red hidrográfica moderadamente densa y vallecitos coluvio-aluviales (Zinck, 2012).
- **Estado Legal del Territorio:** Se usa el mapa de Estado Legal del Territorio para la Zonificación y Ordenamiento Ambiental de la Reserva Forestal de la Amazonia (Ley 2ª de 1959). Esta capa cuenta con las áreas que representan una figura legal del territorio como son áreas de reserva forestal Ley 2ª de 1959, áreas protegidas, resguardos indígenas entre otras (Figura 4).

La Zona de Reserva Forestal de la Amazonia fue creada mediante la Ley 2ª de 1959, comprendiendo los siguientes límites generales: partiendo de Santa Rosa de Sucumbíos, en la frontera con el Ecuador, rumbo Noreste, hasta el cerro más alto de los Picos de la Fragua; de allí, siguiendo una línea, 20 kilómetros al Oeste de la Cordillera Oriental hasta el Alto de Las Oseras, de allí en línea recta, por su distancia más corta, al río Ariari, y por éste hasta su confluencia con el río Guayabero o el Guaviare, por el cual se sigue aguas abajo hasta su desembocadura en el Orinoco; luego se sigue la frontera con Venezuela y el Brasil, hasta encontrar el río Amazonas, siguiendo la frontera Sur del país, hasta el punto de partida. (<http://siatac.co/web/guest/productos/ordenamiento-territorial/zrf>).

De las siete reservas creadas por la Ley 2ª en todo el país, la Reserva Forestal de la Amazonia es la más extensa. Actualmente, su superficie es de 37.844.524 ha, por la sustracción de 6.115.213 ha, para destinar tierras para colonización o titulación de tierras ya colonizadas. Su área cubre los departamentos de Amazonas, Putumayo, Nariño, Caquetá, Guainía, Guaviare, Huila, Meta y Vaupés (<http://siatac.co/web/guest/productos/ordenamiento-territorial/zrf>).

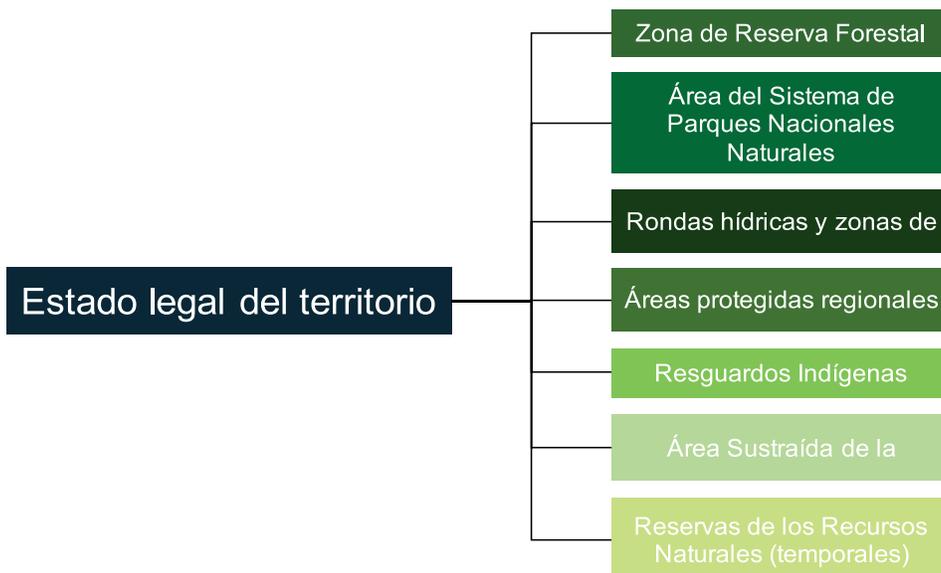


Figura 4. Estado Legal del Territorio en ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Proceso de zonificación y ordenamiento Reserva Forestal Ley 2ª de 1959, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 2017

- **Estado legal en la ZRC Perla Amazónica:** El trámite de Evaluación de Viabilidad de Sustracción en Áreas de Reserva Forestal de Orden Nacional, es un proceso mediante el cual la autoridad ambiental, evalúa la pertinencia de levantar la figura jurídica de reserva forestal de Ley 2º de 1959 o en un área específica para el desarrollo de un proyecto, obra o actividad; en este sentido la evaluación de sustracción está referida a una decisión de ordenación del área objeto de solicitud.

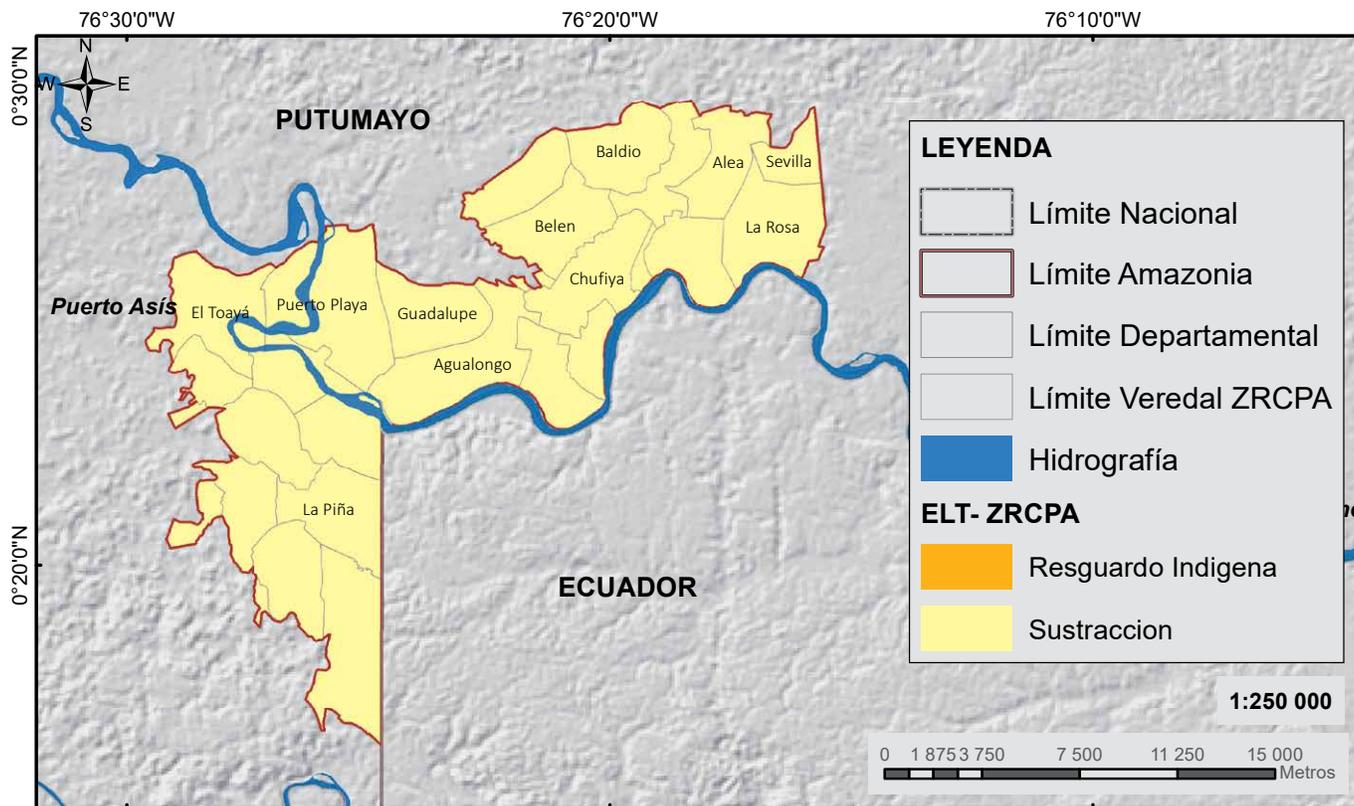
La ZRC Perla Amazónica nace como una alternativa de desarrollo rural para la población campesina y colona, que por años ha buscado una reforma agraria que ponga fin a la inequitativa distribución de la tierra en Colombia. La figura de Zona de Reserva Campesina surge a partir de las movilizaciones agrarias realizadas en la década del 90. Hasta lograr que quedara consagrada en la Ley 160 de 1994, luego reglamentada en el Decreto 1777 de 1996 y fijados los criterios generales y de procedimiento en el Acuerdo 024 de 1996.

La constitución de la ZRC Perla Amazónica fue impulsada por líderes de la comunidad y representantes del Consejo Municipal de Desarrollo Rural. Reconocida por el INCORA mediante resolución 0069 del 18 de diciembre del año 2000, la conforman las Inspecciones Bajo Cuembí y Comandante, de donde toma su primer nombre (Bajo Cuembí-Comandante), las cuales posteriormente se integran en el Corregimiento denominado La Perla Amazónica, según Acuerdo N.º 016 de agosto 27 de 2001. Adopta su actual nombre como ZRC Perla Amazónica, a partir de la Resolución 309 de 2013 expedida por el Instituto Nacional de Desarrollo Rural –INCODER. La ZRC Perla Amazónica, limita al oriente con el Resguardo indígena Buenavista pueblo Siona (Figura 5).

Figura 5. Estado legal en ZRC Perla Amazónica. Escala 1.100.000

Fuente: <http://siatac.co/web/guest/informacion-en-linea>

En general la ZRC Perla Amazónica cuenta con un área cercana a las 22.000 ha se encuentra dominada por paisajes aluviales, con coberturas de bosques alto-densos, vegetación secundaria y pastizales y corresponde al área de sustracción de Ley 2ª. del 59.





INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN LA ZRC PERLA AMAZÓNICA: MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y APLICACIONES





En la ZRC Perla Amazónica, las acciones que desarrolla el Instituto SINCHI, en conjunto con la Asociación de Desarrollo Integral Sostenible Perla Amazónica (ADISPA), van encaminadas a contribuir al logro de los objetivos del proyecto AMAZONIA SOSTENIBLE PARA LA PAZ cuya finalidad está centrada en proteger la biodiversidad de importancia mundial e implementar políticas para fomentar el uso sostenible de la tierra y la restauración de la cobertura vegetal nativa. Además, es una iniciativa del Fondo para el Medio Ambiente Mundial – FMAM–Programa Paisajes Sostenibles del Amazonas.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través de este proyecto en Colombia apoya la estrategia del Gobierno colombiano para ayudar a la protección de los bosques y el uso del suelo, y busca promover un nuevo modelo de desarrollo en esta región que contribuya a alcanzar la meta de cero deforestación en la Amazonia. El Instituto SINCHI, cuenta con el apoyo de PNUD, para tomar decisiones y realizar actividades en campo, articuladas con ADISPA que facilita las acciones y promueve espacios de diálogo con las comunidades, encaminadas al manejo sostenible del bosque.

El desarrollo de esta investigación participativa en la ZRC Perla Amazónica, como herramienta para el fortalecimiento como Núcleo de Desarrollo Forestal, se fundamenta principalmente en la caracterización de los bosques y su potencial de uso, el inventario forestal, el establecimiento de parcelas de monitoreo de la vegetación y la realización de talleres comunitarios de usos y conocimientos de las especies del bosque y de los sistemas productivos; todo lo anterior con un enfoque participativo, descriptivo y transformador que contribuye a la caracterización de los sistemas productivos y posteriormente, a la obtención de los índices de fragmentación paisajes y conectividad.

Área de estudio

El área de estudio definida (Figura 6), está ubicada en la ZRC Perla Amazónica, municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo, al suroccidente de Colombia, legalizada en el año 2000. Hace parte de la Llanura Amazónica o Bajo Putumayo, altamente rica en biodiversidad y fuentes hídricas. La ZRC Perla Amazónica está conformada por ecosistemas transformados, con una apuesta de protección, manejo y uso sostenible de la biodiversidad en el territorio. La ZRC Perla Amazónica es un escenario de desarrollo local-rural, siendo una estrategia jurídico-política de protección del territorio, construcción

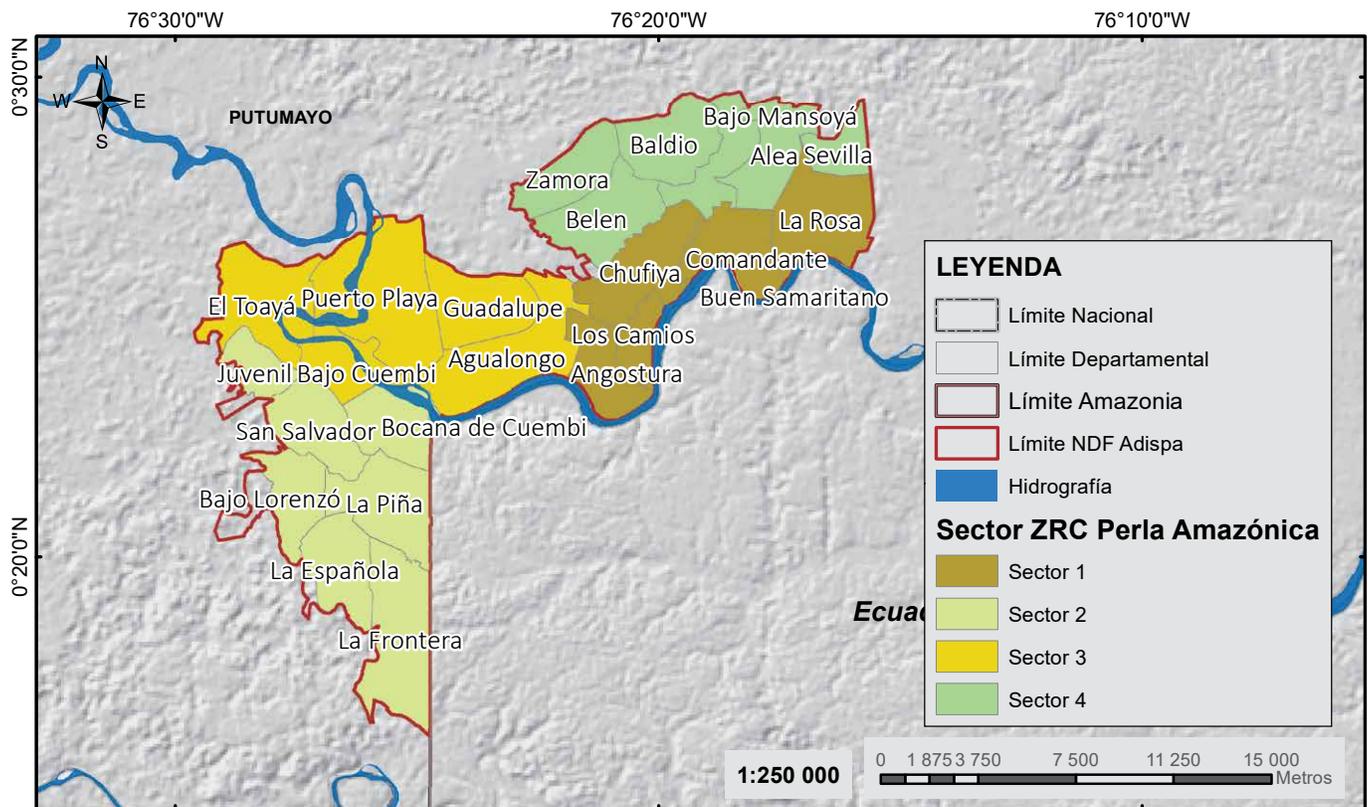
de paz y defensa de la vida, se encuentra regulada por la Ley 160 de 1994 y reglamentada en el Decreto 177 de 1996.

Tiene una extensión cercana a las 22.439,39 hectáreas. La zona está conformada por 24 veredas: Agualongo, Alea, Angostura, Bajo Cuembí, Bajo Mansoyá, Bajo Lorenzo, Baldío, Belén, Bocana del Cuembí, Buen Samaritano, Camios, Comandante, Chufiyá, Guadalupe, Juvenil, La Española, La Frontera, La Piña, La Rosa, Puerto Playa, San Salvador, Sevilla, Zamora y Toayá (Caracterización veredal ZRC Perla Amazónica, 2019 PDF/). La ZRC Perla Amazónica está habitada por 800 familias aproximadamente, la mayoría de las cuales se encuentran asentadas sobre el margen del río Putumayo y sus afluentes Toayá, Cuembí, Lorenzo, La Piña, Chufiyá y Mansoyá (Acosta Villegas, Torres Quijano, y Bastidas, 2019).

En la ZRC Perla Amazónica, se encuentra que gran parte de las coberturas de bosques pertenecen a zonas de tierra firme bajas y medias. En la zona, se tiene un clima cálido con 25°C temperatura media, registrando altas temperaturas desde el mes de noviembre hasta el de febrero y en los meses entre junio y agosto se presentan los vientos fríos provenientes del sur del continente, comúnmente denominados friajes o heladas, logrando bajar la temperatura hasta los 16 °C por periodos de 1 a 2 días. La precipitación anual promedio es de 3600 mm de comportamiento bimodal reportando una temporada fuerte de lluvias entre los meses de abril a junio – octubre a diciembre. La altura media de 290 msnm y humedad relativa supera el 85 % condiciones propias de los bosques húmedos tropicales de la Cuenca Amazónica (CORPOAMAZONIA, 2011).

Figura 6: Área de estudio.

Fuente: Propuesta de Ordenamiento Territorial Alternativo ZRC Perla Amazónica, 2012



Caracterización de la vegetación de áreas de importancia ambiental

Esta aplicación, tuvo como objetivo “Caracterizar la vegetación natural de los ecosistemas de referencia albergados en las zonas identificadas previamente como áreas de interés ambiental respecto a aspectos estructurales y de composición florística, con miras al desarrollo de procesos de restauración ecológica” y se desarrolló en tres humedales en la ZRC Perla Amazónica (Figura 7 y 8): 1. Humedal vereda Toayá; 2. Humedal Temblón y 3. Humedal Veredas Belén, Chufiyá y Guadalupe por medio del establecimiento de 20 parcelas de muestreo (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen composición florística áreas de importancia ambiental ZRC Perla Amazónica

Parcela	No. Individuos	Familias	Géneros	Especies
1	81	12	13	15
2	53	8	12	15
3	112	11	13	17
4	116	11	13	18
5	57	8	11	13
6	81	12	14	14
7	44	11	14	15
8	89	18	14	15
9	99	21	26	33
10	89	21	30	39
11	102	23	36	39
12	116	18	38	48
13	169	20	25	32
14	83	25	35	38
15	100	26	36	40
16	78	22	36	44
17	109	19	36	41
18	91	22	27	44
19	47	19	36	27
20	59	16	24	24
Total	1775	53	150	246

Entre las especies más abundantes se reportan: *Clitoria arborea*; *Asai Euterpe precatória*; Sangretero *Virola carinata*; *Ficus máxima* y Chuchana *Astrocaryum murumuru*.

Identificación de especies útiles

El objetivo de esta actividad fue identificar las especies maderables y no maderables que más conocen y usan las comunidades, debido a que es un insumo importante, que permite conocer e identificar la oferta natural del bosque que pueden ser incluida en el plan de manejo y aprovechamiento forestal. Este ejercicio se realiza por grupos con la comunidad, mediante la aplicación de una ficha-encuesta en donde se determina el valor de importancia de la especie, evaluando también el hábito, la intensidad de uso, la abundancia en el bosque, la parte de la planta que más se usa y la categoría del uso (Tabla 3). Las categorías de uso que se utilizan son las propuestas por López y otros (2016):

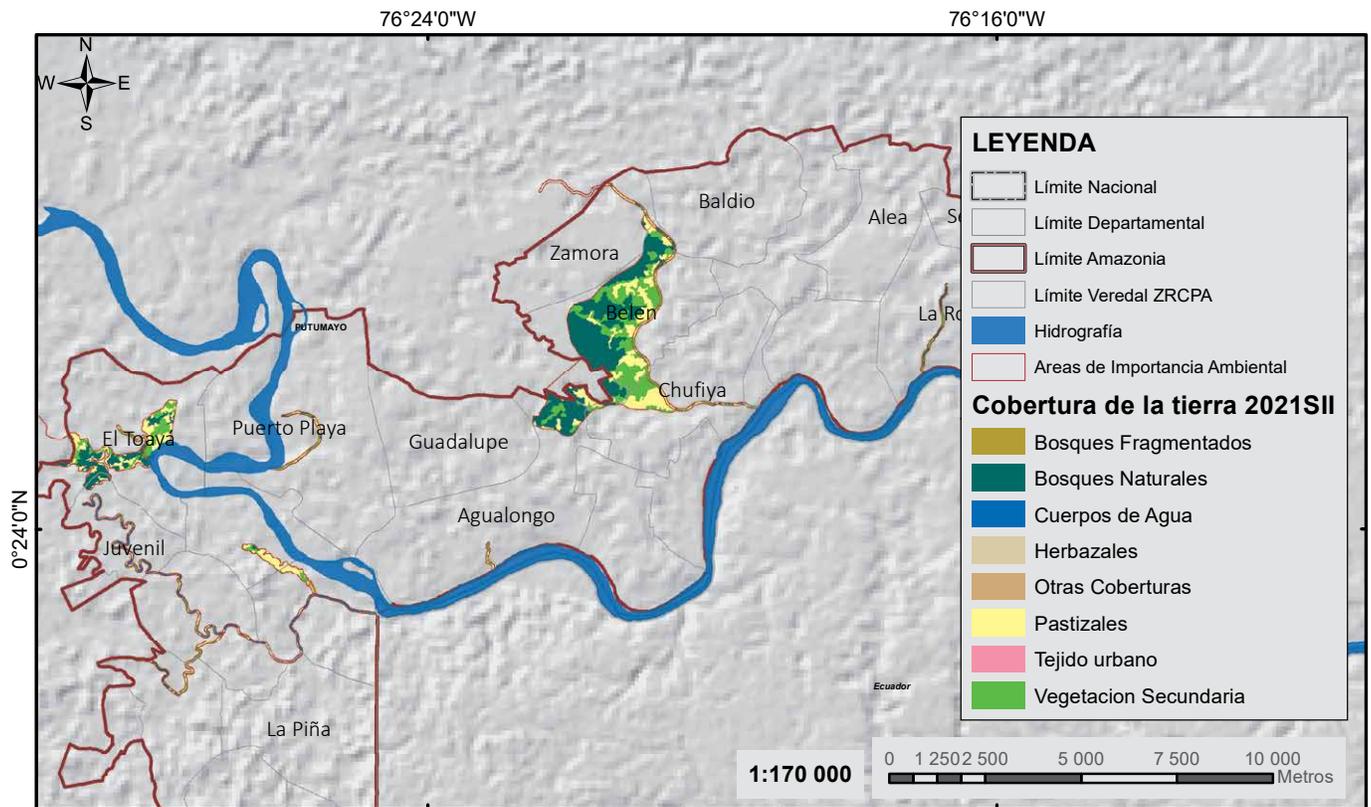


Figura 7. Áreas de importancia ambiental ZRC Perla Amazónica

Figura 8. Fotografía de equipo de trabajo en caracterización de la vegetación ZRC Perla Amazónica



Tabla 3. Categorías de uso que se trabajaron en los talleres veredales.

CATEGORIA	DEFINICIÓN
Medicinal	Especies que presentan propiedades curativas reconocidas a nivel local.
Alimento	Especies utilizadas por los pobladores como comestibles, incluyen frutos, semillas, tubérculos, cogollos, tallos, etc.
Artesanal	Especies en las que las hojas, tallo, frutos, semillas, etc., son utilizadas para la elaboración de objetos artesanales
Ornamental	Especies que por su belleza y porte sea de flores, frutos, hojas o la planta se usan para decorar espacios.
Construcción	Especies que por su alta resistencia a las condiciones ambientales son empleadas en la construcción de viviendas o en actividades de la finca
Utensilios y herramientas	Especies utilizadas para la elaboración de utensilios de cocina y aseo, y herramientas de trabajo para las actividades agrícolas y ganaderas.
Tintes y colorantes	Especies empleadas como colorantes o tintes, incluye hojas, semillas y frutos.
Mágico-religioso	Especies relacionadas con creencias religiosas, agüeros, mitos y leyendas a nivel local. Las plantas son utilizadas con fines curativos, de prosperidad, de hechicería, etc., y que para su efectividad requieren el empleo de rezos, oraciones, cantos, rituales.
Melífera	Incluye especies que las abejas generalmente visitan y utilizan para producir miel.
Forraje	Especies empleadas en la alimentación y crianza de animales.

Fuente: Tomado y modificado de López y otros (2016).

En el taller, se calificaron los siguientes aspectos (Figura 9): Hábito (tamaño que alcanza la especie en su edad adulta): (1) Hierba, (2) Arbusto, (3) Árbol. La intensidad de uso: (1) La conoce, pero no la ha usado. (2) La usa o la ha usado muy poco. (3). La usa o la usó con frecuencia. (4). La usa o la usó con mucha frecuencia. La abundancia en el bosque: (1). Ya no se encuentra. (2) Se encuentra, pero está escasa. (3) Se ve con Frecuencia. (4) Es abundante. Parte de la planta que se usa: (1) Tallo, (2) Ramas, (3) Bejucos, (4) Corteza, (5) Raíz, (6) Hojas, (7) Flores, (8) Frutos, (9) Semillas, (10) Resinas.

El valor de la importancia de la especie resulta de sumar la intensidad de uso (suma de los valores de intensidad de uso registrados por cada categoría de uso) y la abundancia de la especie en el bosque. Con el único objetivo de identificar las especies de valor más alto en cada una de las fichas diligenciadas, desde el punto de vista del uso y la abundancia en el bosque.

Los talleres se realizaron en las veredas Chufiyá en donde se reunieron las veredas: Zomora, Belén, Buen Samaritano y Comandante. Y en Bajo Cuembí contando con la asistencia de las veredas: Puerto Playa, San Salvador, Toayá, Los Camios, Angosturas, Agualongo, La Piña y La Bocana del Cuembí.

Se reportaron 24 especies, como las más importantes por las comunidades, por la abundancia en el bosque, uso y conocimiento (Tabla 4). El Amarillo, la Canangucha, El Barbasco, El Palo Cruz y el Chuchugas, fueron las especies más reportadas dentro del ejercicio a nivel de la repetición de las especies en los grupos de las veredas. Esta información es muy importante, ya que permitirá seleccionar las especies maderables y no maderables con mayor importancia para incluirlas en el plan de manejo para su aprovechamiento sostenible, teniendo en cuenta que la información de percepción de las comunidades coincida con los resultados obtenidos en los inventarios forestales.



Figura 9. Fotografías taller de identificación de especies útiles ZRC Perla Amazónica

Tabla 4. Matriz de frecuencia de las especies útiles que reportan las familias.

No.	ESPECIE (Nombre local)	PARTE DE LA PLANTA QUE SE USA	VEREDA		FRECUENCIA DE USO
			CHUFIYÁ	BAJO CUEMBÍ	
1	Ámbar	Bejuco/Medicinal Resinas/Alimento	2	-	2
2	Amarillo	Tallo/Construcción Tallo/Artesanal	2	2	4
3	Canangucha	Frutos/Alimento	3	1	4
4	Caimo	Frutos/Alimento	1	-	1
5	Barbasco	Tallo/Construcción	2	1	3
6	Achapo	Tallo/Construcción	1	-	1
7	Canambo	Hojas/Construcción	1	-	1
8	Chontaduro	Frutos/Alimento	1	-	1
9	Hierbabuena	Hojas/Medicinal	1	-	1
10	Albaca	Hojas/Medicinal	1	-	1
11	Sábila	Semillas/Medicina	1	-	1
12	Uva caimaron	Hojas/Medicinal	1	-	1
13	Guanábana	Frutos/Alimento Hojas/Medicinal	1	-	1
14	Palo Cruz	Hojas/Medicinal Tallo/Artesanal	2	2	4
15	Malva	Tallo/Construcción	1	-	1
16	Guayacán	Tallo/Medicinal	-	1	1
17	Guadua	Tallo/Construcción Tallo/Medicinal	-	1	1
18	Cedro	Corteza/Construcción	1	1	2
19	Chuchugas	Semillas/Artesanal Corteza/Medicinal	1	2	3
20	Capirón	Tallo/Ramas/ Semillas/ Construcción	-	1	1
21	Higuerón Yuco	Resinas/Medicinal Tallo/Construcción y Conservación Hídrica	-	1	1
22	Arenillo Piedra	Tallo/Construcción	-	1	1
23	Gomo	Tallo/Construcción	-	1	1
24	Canalete	Tallo/Construcción	-	1	1

Fuente: Presente estudio, 2019.

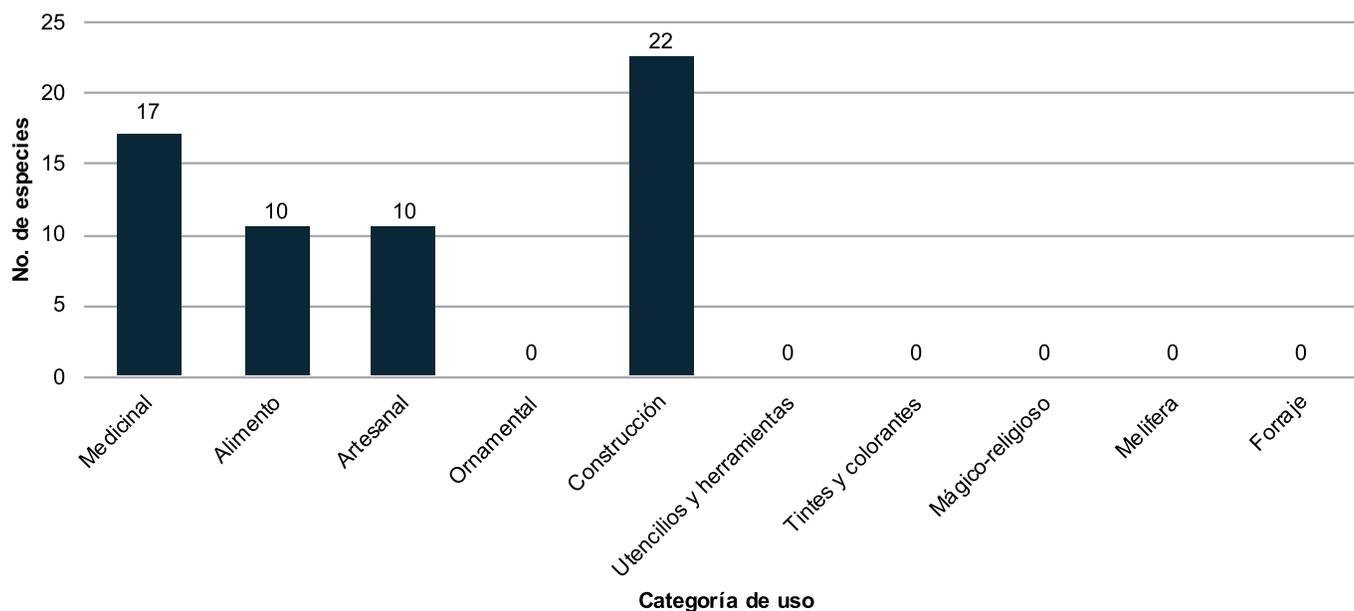
La mayor parte de las especies que reporta la comunidad se usa para la construcción, alimento y medicina (Figura 10). La construcción se refiere a especies maderables para la construcción tanto de sus casas como actividad principal y como construcción de puentes, cercas, corrales, etc. como actividad secundaria. Es la más usada porque siempre ha habido bastante demanda de estos productos para actividades de las fincas.

Entre las especies útiles más representativas, que resultaron en los ejercicios de identificación de especies en las comunidades se observan cinco (5) especies:

- **Amarillo:** Es un árbol, la parte de la planta que más se usa es el tallo, el uso que se le da es construcción, una de las especies con mayor uso, debido a que las comunidades construyen sus casas, cercas, corrales y puentes, con Amarillo debido a la durabilidad y firmeza.
- **Canangucha:** Es una palma, la parte de la planta que más usan son los frutos, los cuales son de uso alimenticio, haciendo de estos frutos jugos, postres, galletas y chicha, es muy utilizada en su tiempo de cosecha, además es una palma que les permite y facilita la casa de animales silvestres debido a que estos en tiempo de cosecha salen a alimentarse de estos frutos.
- **Barbasco:** Es un árbol, la parte de la planta que más usan es el tallo para la construcción, igual que el árbol de amarillo.
- **Palo cruz:** Es un árbol, la parte de la planta que más se usan son las hojas para la medicina natural (infusiones, hervidos y emplastos) el tallo para hacer artesanías y también para la construcción, aunque para ello se necesita que la persona a trabajarlo sepa bien cómo hacerlo ya que suele astillarse con facilidad.
- **Chuchuguas:** Es un árbol, la parte de la planta que se usa es la corteza, de ahí hacen pomadas calientes para los dolores reumáticos, golpes y para sobar.

Figura 10. Número de especies reportadas por categoría de uso en ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Presente estudio



Inventario forestal participativo

Se desarrolló conjuntamente entre personal del Instituto SINCHI, técnicos de ADISPA, colaboradores de la comunidad y jóvenes promotores, quienes fueron entrenados y capacitados para esta labor. En total, se establecieron 14 parcelas, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Delimitación del terreno:** El levantamiento de cada parcela de 50x50 metros (0,25 ha), subdividida en 25 cuadrantes de 10x10 m.
- **Inclinación del terreno:** La pendiente o inclinación del terreno fue medida en terreno para rectificar las distancias horizontales equivalentes, cuando la parcela se estableció en zonas con inclinaciones por el relieve.
- **Medición y registro de los individuos:** Los individuos a considerar en el establecimiento de la parcela fueron todas las especies arbóreas (árboles, palmas y helechos arbóreos), para ser marcados, numerados y registrados. En el establecimiento cada parcela se tuvo en cuenta dos categorías de tamaño: Dosel: Todos los individuos con un DAP (Diámetro a la altura del pecho) ≥ 10 cm medidos a 1,30 m una altura de sobre el nivel del suelo. Sotobosque: Todos los individuos con DAP de 2 a 10cm, dentro de una subparcela de 20x20m.
- **Marcaje y numeración:** Cada uno de los individuos incluidos se marcaron con una placa de aluminio con un único número consecutivo.
- **Ubicación:** Cada uno de los individuos arbóreos fue registrado, medido y marcado y se ubicó espacialmente empleando las coordenadas de un plano cartesiano (x, y) del cuadrante donde se encontró.
- **Medición de diámetros:** El diámetro de los árboles se midió utilizando la cinta diamétrica en individuos con $DAP \geq 5$ cm y calibrador o pie de rey en individuos con $DAP < 5$ cm.
- **Medición de alturas:** La altura total de un individuo se midió en la última hoja del árbol o en el último meristemo apical en el caso de palmas y helechos arbóreos. Para esta actividad se utilizó la vara extensible, el clinómetro o la cinta métrica, según sea el caso. La altura fustal se definió como la distancia desde la base del árbol hasta donde aparecen las primeras ramas verdaderas.
- **Diámetros de copa:** Para obtener el diámetro de la copa del árbol se midieron las proyecciones sobre el suelo mayor y menor.
- **Fenología:** La fenología se refiere al estado reproductivo en que se encontraba el individuo al evaluarlo. Su valoración se determina de acuerdo con la observación del fenómeno en la copa: Floración (Fl), fructificación (Fr), floración y fructificación (Fl-Fr), estado vegetativo (V).
- **Colección botánica:** Para la identificación de especies se realizó la colecta de material vegetal de al menos una muestra por entidad taxonómica. En el campo se homologaron especies con varios individuos para evitar colecciones innecesarias. El material botánico colectado fue prensado y se alcoholizó para ser preservado mientras llegaba al Herbario Amazónico Colombiano COAH, donde posteriormente fue procesado para la determinación botánica.

- **Biomasa aérea:** Para determinar el carbono contenido en el compartimiento de biomasa aérea en la parcela, se tienen en cuenta todos los individuos de dosel y sotobosque encontrados en el inventario forestal. La vegetación viva con diámetro menor a 2cm (herbáceas, gramíneas y otras especies) se colecta en 4 subparcelas de 1x1m.
- **Densidad de madera:** Para lograr mayor exactitud en las mediciones de biomasa y tener información de especies no estudiadas, se tomaron muestras para una aproximación de la densidad de la madera de una especie.
- **Necromasa:** La necromasa o madera muerta, corresponde a toda la masa no viva sobre el suelo e incluye: (1) árboles muertos en pie, (2) árboles y ramas caídos sobre el suelo y (3) hojarasca:

Las catorce (14) parcelas establecidas se distribuyen en ocho veredas del municipio de Puerto Asís en el departamento de Putumayo. Se muestra la ubicación geográfica al interior de la Zona de Reserva Campesina La Perla Amazónica. (Figura 11, Tabla 5).

Figura 11. Localización de parcelas ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Elaboración propia

En total se registraron 3663 individuos de especies arbóreas (Árboles, palmas y helechos arbóreos). Según la categoría de tamaño, para dosel (DAP \geq 10cm) se encontraron 2409 individuos y para sotobosque (DAP entre 2 cm y 9,9 cm) se encontraron 1254 individuos.

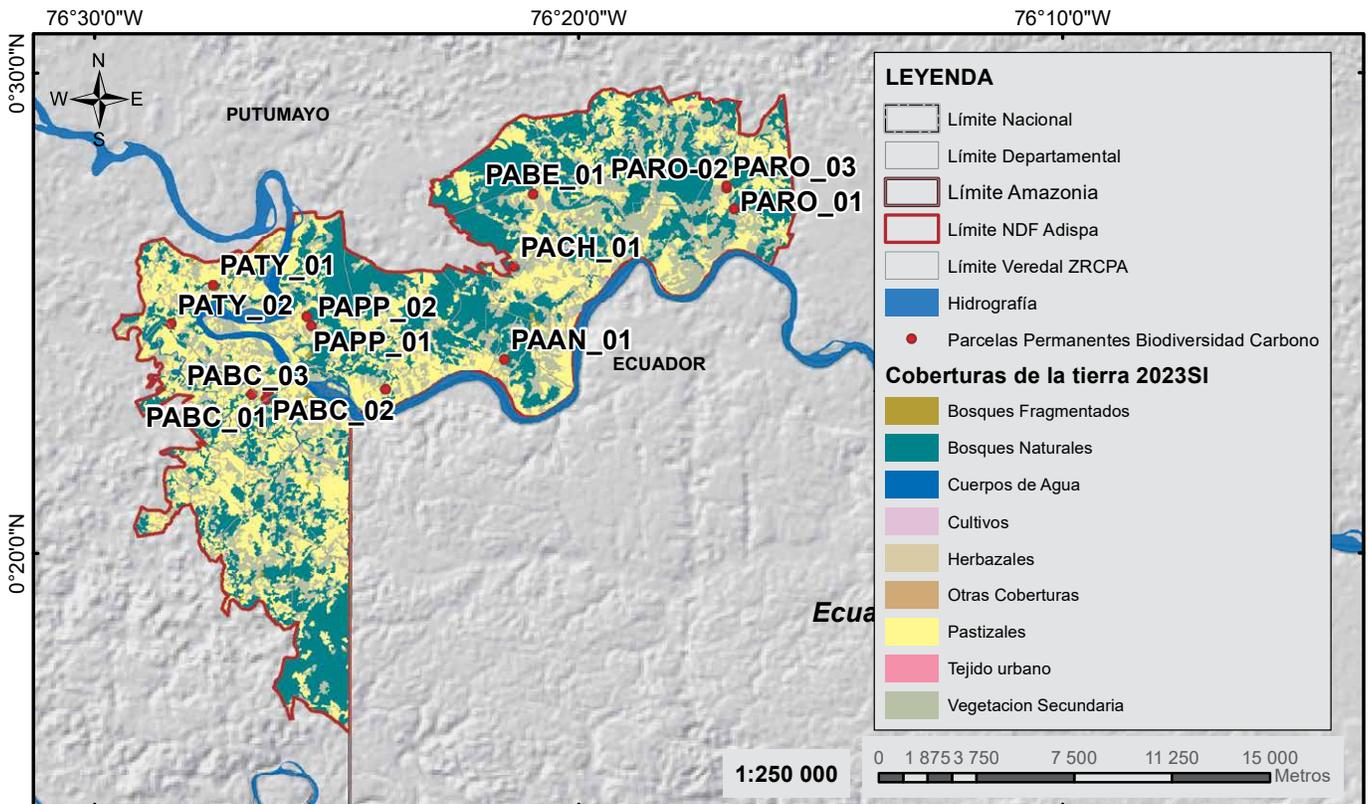


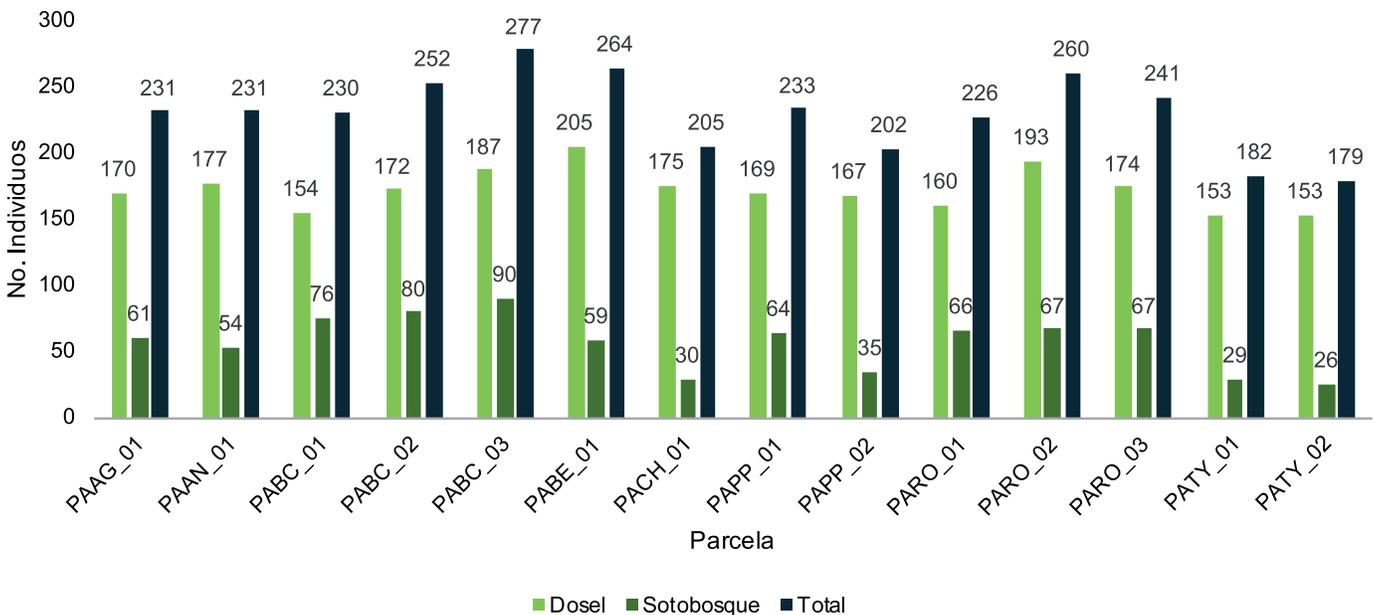
Tabla 5. Localización de parcelas permanentes caracterización vegetal en ZRC Perla Amazónica

Parcela	Coordenadas geográficas	Vereda
PAAG_01	N 0°23' 24,1" ; W -76°23' 59,1"	Agualongo
PAAN_01	N 0°24' 02,5" ; W -76°21' 32,8"	Angosturas
PABC_01	N 0°23' 21,7" ; W -76°26' 25,6"	Bajo Cuembí
PABC_02	N 0°23' 11,9" ; W -76°26' 28,1"	Bajo Cuembí
PABC_03	N 0°23' 17,8" ; W -76°26' 45,6"	Bajo Cuembí
PABE_01	N 0°27' 26,6" ; -W 76°20' 58,1"	Belén
PACH_01	N 0°25' 58,3" ; W -76°21' 21,2"	Chufiyá
PAPP_01	N 0°24' 54,6" ; W -76°25' 37,5"	Puerto Playa
PAPP_02	N 0°24' 43,2" ; W -76°25' 34,9"	Puerto Playa
PARO_01	N 0°27' 09,7" ; W -76°16' 47,9"	La Rosa
PARO_02	N 0°27' 35,6" ; W -76°16' 57,1"	La Rosa
PARO_03	N 0°27' 38,4" ; W -76°16' 57,1"	La Rosa
PATY_01	N 0°25' 35,1" ; W -76°27' 33,5"	Toayá
PATY_02	N 0°24' 45,7" ; W -76°28' 25,8"	Toayá

Para las catorce (14) parcelas establecidas, se registraron 3663 individuos de especies arbóreas (árboles, palmas y helechos arbóreos). Según la categoría de tamaño, para el dosel o individuos con DAP mayor a 10 cm se encontraron 2409 (Figura 12). Mientras que, para el sotobosque o individuos con DAP entre 2 cm y 9,9 cm se hallaron 1254 individuos.

Figura 12. Número de individuos por categoría de tamaño y parcela en ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Elaboración propia



El diámetro promedio calculado a partir de la medición del DAP para las categorías diamétricas de dosel fue de 21,2 cm. El mayor DAP registrado fue 122,5 cm. Se incluyen todos los diámetros agrupados en categorías cada 10 cm de DAP (Figura 13).

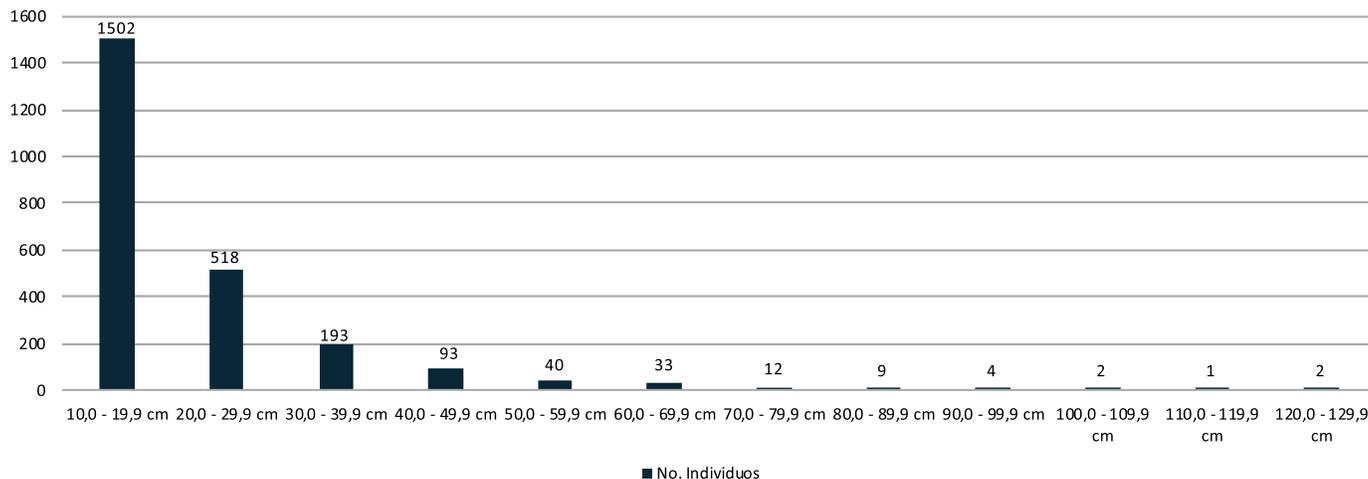


Figura 13. Número total de individuos por categorías de diámetro en ZRC Perla Amazónica.

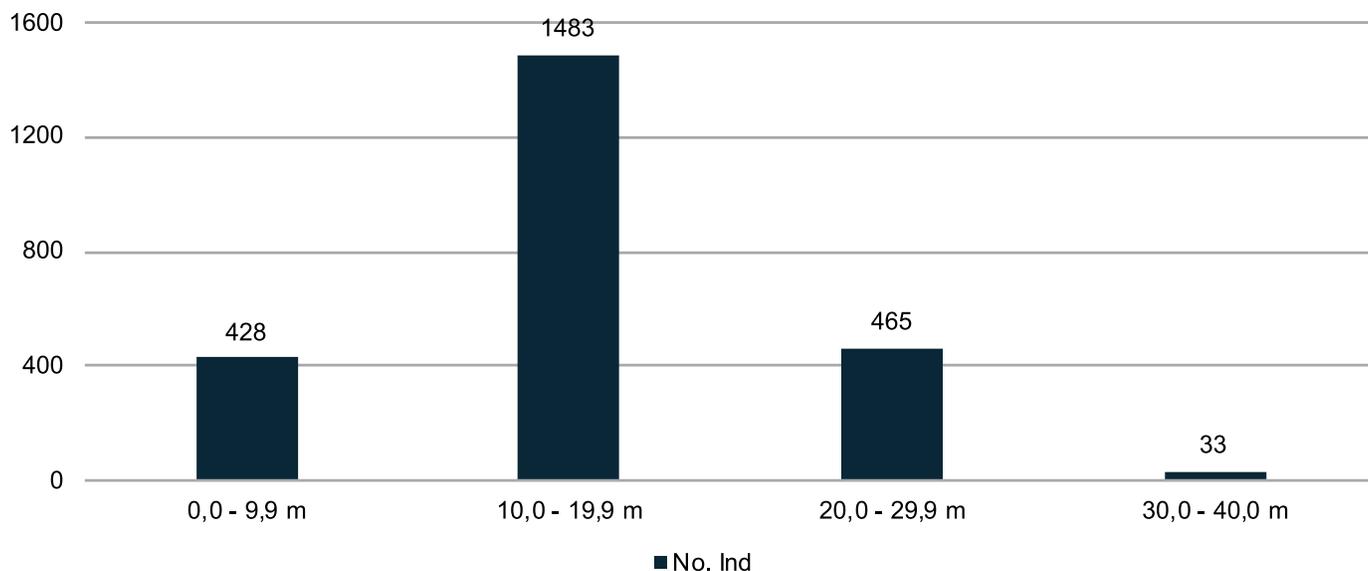
Fuente: Elaboración propia

Para el total de individuos registrados en las parcelas, en la Figura 13 se observa el patrón típico de j invertida, predominante en los bosques tropicales y característico de comunidades vegetales que se encuentran en procesos sucesionales hacia ecosistemas más complejos (Louman y otros 2001). Donde, las categorías de diámetro menores acumulan la mayor cantidad de individuos, en todas las parcelas, mientras que, muy pocos individuos se acumulan en las de mayor diámetro.

Figura 14. Número total de individuos por categorías de altura en ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Elaboración propia

La altura promedio calculada según la medición y estimación de todas las alturas, agrupadas en categorías de altura cada 10 m (Figura 14), fue de 15,0 m. La mayor de altura total registrada fue 39 m. La categoría de 10 a 19,9 m, que agrupa alrededor del 65 % de individuos.



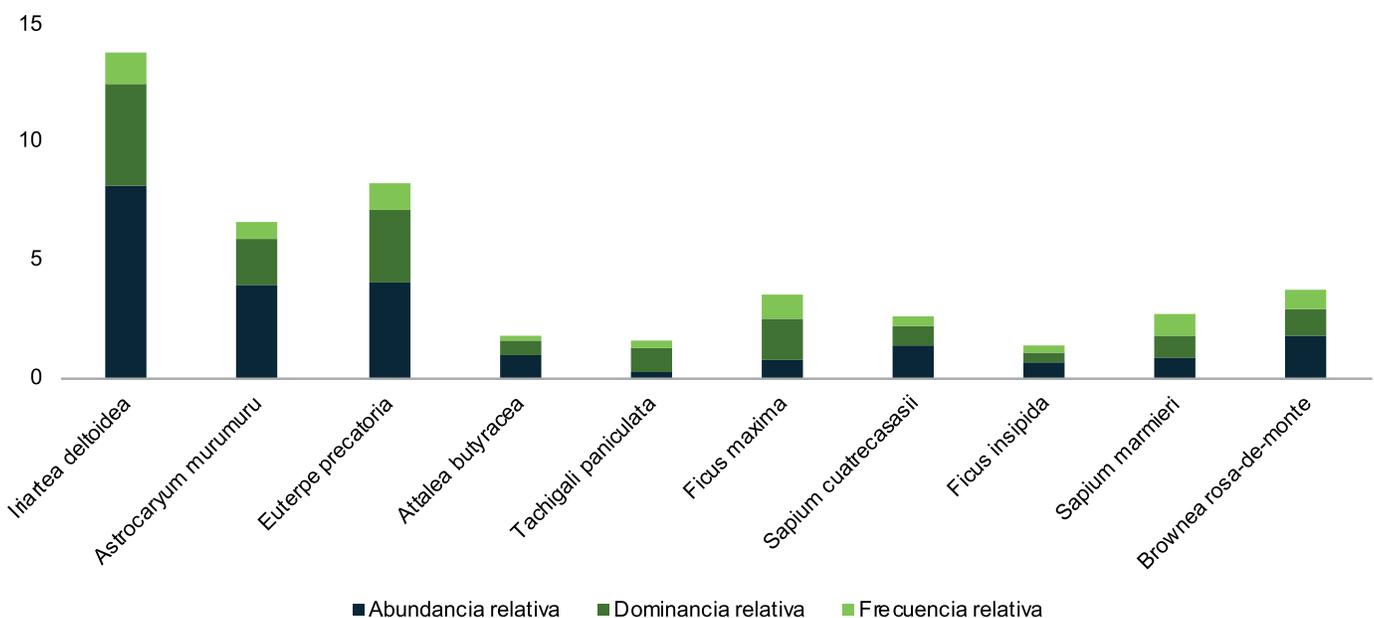
El material botánico colectado en las parcelas se procesó en el Herbario Amazónico Colombiano del Instituto SINCHI donde se adelantó la identificación taxonómica del material botánico resultante. Respecto a la composición florística de especies arbóreas, se identificaron a especie al 95% del total de muestras. Se determinaron 641 especies, que se agrupan en 252 géneros y 74 familias botánicas. Se recolectaron el 82,6% de los individuos.

A partir de los datos de las mediciones de las variables dasométricas consideradas (Lamprecht 1990), provenientes del levantamiento de información en campo o establecimiento de unidades muestrales, entre otros se encuentra, el diámetro a la altura del pecho DAP (medido a 1,30 m sobre el suelo) y la estimación visual de las alturas (Total desde el suelo y hasta el ápice de la copa y fustal desde el suelo y hasta la primera rama de la cual hace parte la copa del individuo), y realizando los cálculos respectivos de abundancia por especie, área basal y ocurrencia o frecuencia por parcelas se presenta para la categoría de dosel y se tiene que la estructura se configura así:

- **Abundancia.** *Iriartea deltoidea* (141 individuos), *Euterpe precatória* (71 individuos), *Astrocaryum murumuru* (69 individuos), *Brownea rosa-de-monte* (31 individuos) y *Attalea maripa* (27 individuos) fueron las cinco especies más abundantes. Alrededor del 60 % de las especies las representan uno o dos individuos, es decir, raras, un patrón típico de la configuración de la distribución de las especies del bosque tropical.
- **Dominancia:** En total se acumularon 80,208 m² para las 14 parcelas establecidas que equivalen a 3,5 hectáreas, resultando *Iriartea deltoidea* (3,43 m²), *Tachigali paniculata* (2,486 m²), *Astrocaryum murumuru* (2,403 m²), *Attalea butyracea* (2,096m²) y *Ficus insipida* (1,963 m²) como las especies con mayor dominancia o área basal acumulada, las cuales agrupan aproximadamente al 15% del total del área basal de todas las parcelas.
- **Frecuencia.** *Iriartea deltoidea* (11 parcelas), *Euterpe precatória* (10 parcelas), *Ficus maxima* (8 parcelas), *Sapium marmieri* (8 parcelas) y *Dendropanax arboreus* (8 parcelas) son las cinco especies que más aparecen en las parcelas evaluadas. Sin embargo, aproximadamente la mitad de las especies (54 %), solamente aparecen en una parcela, configurando una distribución restringida.
- **IVI:** Las cinco especies del dosel que tienen mayor IVI fueron: *Iriartea deltoidea* (13,74%), *Astrocaryum murumuru* (7,70%), *Euterpe precatória* (7,16%), *Attalea butyracea* (3,89%) y *Tachigali paniculata* (3,74%). A continuación, se muestra este resultado por familia botánica en el siguiente gráfico % (Figura 15).

Figura 15. IVI por especies del dosel ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Elaboración propia



- **Biomasa aérea:** Se realizó la estimación de la biomasa aérea (BA) de las parcelas permanentes y se calculó en toneladas por hectárea, se usó la ecuación apuntada para la zona de vida según Holdridge; Bosque Húmedo Tropical (bh-T) en Yepes y otros 2011.

$$\ln(BA) = -2.218 + 0.932 \ln(DAP^2 H \rho)$$

Donde:

D= DAP

H= Altura total

ρ = densidad de la madera,

Cuando la densidad básica de la madera no presentó valores para su cálculo, se tomó el promedio de todos los valores encontrados en la parcela (Yepes y otros 2011). Para las palmas, se aplicó la ecuación desarrollada por Saldarriaga 1994.

$$BA = \exp(-6.3789 - 0.877 \ln(1/DAP^2) + 2.151 \ln(H))$$

Donde:

D= DAP

H= Altura total

Para llevar a cabo las estimaciones de contenidos de biomasa y carbono equivalente se tuvieron en cuenta los 2409 individuos de dosel y fueron hechas por parcela permanente (Tabla 6). Se calculó la biomasa, y posteriormente, el carbono equivalente por hectárea, el cual corresponde a la mitad de los valores registrados para la biomasa aérea (Figuras 16 y 17).

Tabla 6. Estimaciones de contenidos de biomasa y carbono equivalente en ZRC Perla Amazónica

Parcela	No. Individuos	DAP promedio (cm)	Biomasa (Kg)	Desviación estándar	Carbono equivalente (Kg)
PAAG_01	170	21,7	59434,05	636,09	29717,03
PAAN_01	177	20,8	55677,51	498,63	27838,76
PABC_01	154	22,4	67509,92	725,26	33754,96
PABC_02	172	20,7	44420,52	401,20	22210,26
PABC_03	187	20,6	43042,02	473,96	21521,01
PABE_01	205	20,2	43005,69	614,94	21502,84
PACH_01	175	22,0	55203,31	748,63	27601,65
PAPP_01	169	21,6	54989,22	589,27	27494,61
PAPP_02	167	20,5	60182,35	926,38	30091,18
PARO_01	160	21,9	73126,37	1389,69	36563,18
PARO_02	193	21,1	64977,61	588,77	32488,80
PARO_03	174	20,2	52398,76	484,54	26199,38
PATY_01	153	21,3	46723,41	706,53	23361,70
PATY_02	153	22,1	54152,33	644,13	27076,17
Total	2409	21,2	774843,07	703,94	387421,53

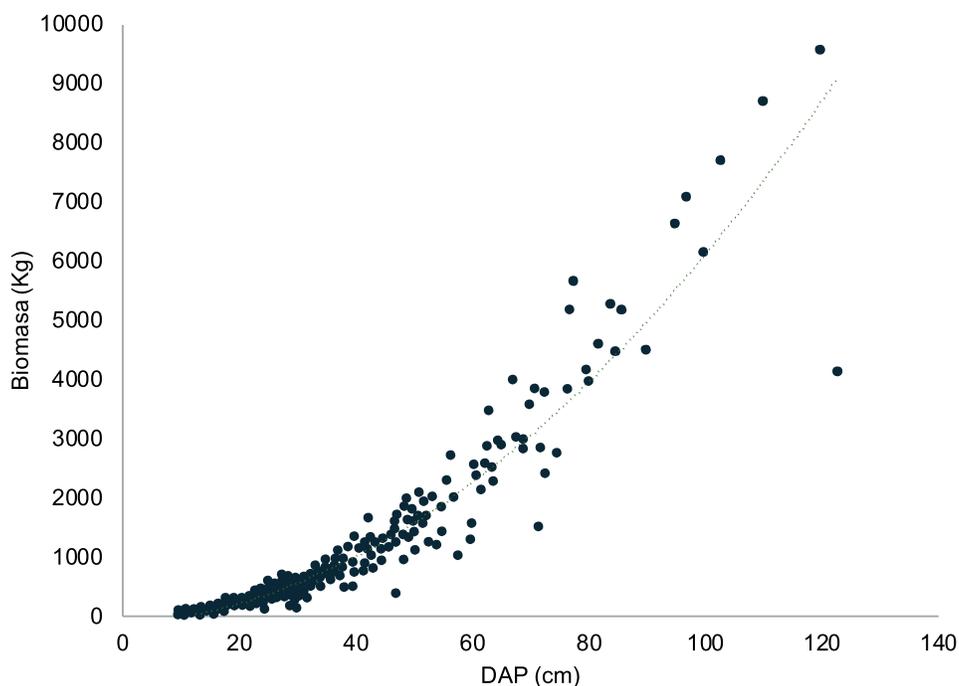


Figura 16. Gráfico de dispersión (DAP vs Biomasa aérea) en ZRC Perla Amazónica

Fuente: Elaboración propia

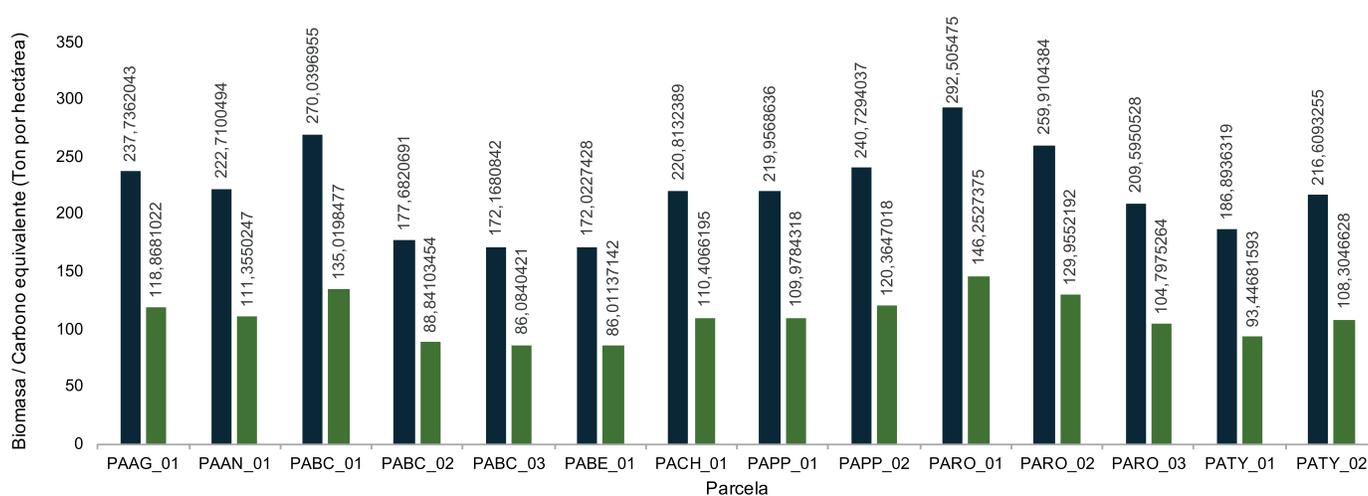


Figura 17. Estimaciones de Biomasa aérea y Carbono equivalente en la ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Elaboración propia

- **Necromasa:** La necromasa o madera muerta corresponde a toda la masa no viva conformada por detritos encontrados sobre el suelo, entre los que se incluyen: árboles muertos en pie (MP), árboles y ramas caídas sobre el suelo (MC) y hojarasca (Tabla 7).

El inventario de individuos muertos en pie se realizó simultáneamente con la medición de los individuos de las especies arbóreas que estaban vivos, de acuerdo con como aparecían. En todas las catorce parcelas para individuos de especies arbóreas muertos en pie con $DAP \geq 10$ cm, se encontraron 140 individuos a los que se les midió el diámetro a la altura de pecho (DAP) y la altura total (H), con el fin de calcular su volumen.

Tabla 7. Necromasa de árboles muertos en pie por parcela y hectárea en la ZRC Perla Amazónica

Parcela	Individuos muertos en pie MP	Volumen MP (m ³)	Necromasa MP (Ton/ha)
PAAG_01	6	2,5	9,8
PAAN_01	7	5,7	22,9
PABC_01	9	5,6	22,5
PABC_02	20	7,2	28,6
PABC_03	7	8,4	33,6
PABE_01	7	3,2	12,9
PACH_01	19	2,9	11,6
PAPP_01	10	5,9	23,8
PAPP_02	7	4,4	17,6
PARO_01	13	7,7	30,9
PARO_02	11	8,7	34,7
PARO_03	6	1,0	4,0
PATY_01	6	0,9	3,7
PATY_02	11	1,3	5,2
Total general	139	65,5	261,8

Este compartimiento de masa muerta o necromasa, corresponde a toda la madera no viva caída sobre el suelo, que incluye troncos y ramas desprendidas de los árboles. El inventario de individuos muertos sobre el suelo se realizó utilizando cuatro (4) transectos lineales de 1mx50m al interior de cada parcela, donde se registraron y midieron dos categorías de tamaño para los detritos. Para el cálculo de la necromasa, se aplica el valor de la densidad aparente de cada muestra de detritos procesada en el laboratorio. La Tabla 8 muestra el valor de la necromasa de árboles caídos, calculado en toneladas por hectárea.

Tabla 8. Necromasa de árboles caídos en transectos por parcela en la ZRC Perla Amazónica

Parcela	No. Total detritos	Detritos finos CAT 1	Detritos gruesos CAT 2	Necromasa total por parcela (Kg)	Necromasa Ton/Hectárea
PAAG_01	34	22	12	322,27	16,11
PAAN_01	37	28	9	64,95	3,25
PABC_01	30	7	23	162,98	8,15
PABC_02	42	25	17	187,65	9,38
PABC_03	43	33	10	88,65	4,43
PABE_01	17	9	8	10,70	0,53
PACH_01	26	22	4	4,18	0,21
PAPP_01	42	34	8	29,98	1,50
PAPP_02	37	31	6	9,14	0,46
PARO_01	35	23	12	296,40	14,82
PARO_02	29	18	11	72,23	3,61
PARO_03	27	18	9	55,97	2,80
PATY_01	45	39	6	46,41	2,32
PATY_02	27	20	7	28,66	1,43
Total	471	329	142	1380,17	Prom 4,96

- **Hojarasca y herbáceas:** La necromasa en este compartimento corresponde al carbono en la materia orgánica muerta acumulada sobre el suelo inorgánico. Incluye hojas caídas, flores, frutos, semillas, cáscaras y detrito fino como ramas con diámetro inferior a 2cm (Tabla 9).

Tabla 9. Hojarasca y herbáceas en la ZRC Perla Amazónica

Parcela	Muestra Herbáceas gr	Muestra Hojarasca gr	Herbáceas Ton /ha	Hojarasca Ton /ha
PAAG_01	571,7	725,1	1,43	1,81
PAAN_01	0,0	1242,3	0,00	3,11
PABC_01	303,5	1194,2	0,76	2,99
PABC_02	628,9	1826,8	1,57	4,57
PABC_03	96,2	1712,8	0,24	4,28
PABE_01	296,4	1653,2	0,74	4,13
PACH_01	1596,2	2168,0	3,99	5,42
PAPP_01	135,8	601,7	0,34	1,50
PAPP_02	268,4	185,9	0,67	0,46
PARO_01	196,8	313,6	0,49	0,78
PARO_02	313,6	994,9	0,78	2,49
PARO_03	703,5	1126,8	1,76	2,82
PATY_01	0,0	1182,1	0,00	2,96
PATY_02	0,0	0,0	0,00	0,00

Tipologías de Sistemas de Producción en le ZRC Perla Amazónica

La caracterización y tipificación surge como herramienta metodológica dentro del enfoque sistémico, ante la necesidad de identificar y analizar las características técnicas y socioeconómicas de los productores agropecuarios (Mantilla y otros 2000). Bolaños (1999), propone que la caracterización no es más que la descripción de las características principales y las múltiples interrelaciones de las organizaciones, en tanto que la tipificación se refiere al establecimiento y construcción de grupos posibles, basados en las características observadas en la realidad, por tanto; la caracterización, tipificación y análisis de los sistemas de producción, constituyen unas herramientas esenciales para conocer la distribución espacial de estos sistemas productivos, para determinar y cuantificar las características de los componentes que conforman su estructura y para entender las interacciones que definen su funcionamiento.

El proceso de construir una tipología comienza con la selección de la población y de los factores por clasificar, de acuerdo con las hipótesis de origen socioeconómico o físico biológico que se asuman. Dependiendo del modelo de análisis, se realizan tipificaciones a nivel de zonas geográficas, comunidades e individuos. El resultado de una tipología es efecto de los criterios empleados en la caracterización, por lo que tendría que demostrarse una relación significativa de correlación entre las variables empleadas para clasificar a nivel de fincas. Antes de suponer que una tipología de zonas resuelve el problema de identificar grupos objetivos homogéneos.

Con base a una tipificación se pueden establecer grupos con similitudes según características sociales, ecológicas, económicas y tecnológicas que constituyen ser analizados e intervenidos bajo diferentes enfoques (Carvajal y otros 2014). Para caracterizar dichos

sistemas, es necesario seleccionar indicadores representativos de índole cualitativo y cuantitativo que describan de forma contextualizada la realidad de la región (Manchado y otros 2015). Para la caracterización y tipificación de los sistemas, se han utilizado diversas técnicas de análisis estadísticos; Mainar y otros (1993) utilizan técnicas de análisis de varianza; Castaldo y otros (2003) proponen en ganadería extensiva la utilización de técnicas de ANOVA para establecer los factores; mientras que Pardos y otros (1999), Rapey y otros (2001), Sraïri y Lyoubi,(2003), Macedo y otros (2003), Castel y otros, (2003) y Paz y otros, (2003), utilizan técnicas de análisis multivariante como el análisis de componentes principales, correspondencia múltiple y análisis de clúster, los que incluyen un conjunto de técnicas y métodos que nos permiten estudiar conjuntos de variables en una población de individuos. El objetivo de este estudio es desarrollar la tipificación y caracterización de los sistemas de producción presentes en la zona de acción de la Asociación de Desarrollo Integral Sostenible de La Perla Amazónica-ADISPA en el departamento de Putumayo.

- **Procesamiento de la información:** Para el análisis que permite la identificación de las tipologías de sistemas productivos en la Asociación ADISPA, se consolidó la información proveniente de las encuestas prediales realizadas a los usuarios en el software Cybertracker; para ello fue necesario la elaboración de bases de datos, una clasificación y descripción de las variables a tipificar.
- **Revisión y selección de las variables.** Con base en las variables seleccionadas para la tipificación, se realiza un análisis estadístico descriptivo, donde se calcula el promedio, la varianza, el máximo, el mínimo, se eliminaron las variables con cero (0) de varianza y las que no aportaron el 80% de la información del total de las encuestas. En base a estos análisis, se genera un archivo con las variables seleccionadas y se estructura la base para el análisis de componentes principales.
- **Aplicación de técnicas estadísticas:** Las técnicas estadísticas multivariadas utilizadas consistieron en, 1) un análisis de componentes principales (ACP) y 2) un análisis de conglomerados. El ACP se realizó con el objetivo de simplificar el conjunto de los datos de las variables a componentes principales no correlacionados (Wanjiku y otros 2018). Con fundamento en los resultados se realiza un análisis de conglomerados de las fincas mediante la construcción de dendrogramas. Para ello se utilizó el método del linkage de Ward y la matriz de distancias de Gower, de acuerdo con las variables establecidas previamente, este análisis se utiliza para agrupar las fincas en tipos homogéneos según las variables de los componentes principales (Ward 1963). Todas las pruebas se realizarán en R3.4.1 utilizando la interfaz implementada por Insfostat 2018 (Di Rienzo y otros 2018).
- **Descripción de tipos o grupos:** La construcción y categorización de las tipologías o grupos de fincas se realiza a partir de un análisis estadístico descriptivo (valores mínimos y máximos, promedios y porcentajes) de los resultados en los conglomerados. Donde se definió el nombre de las tipologías de acuerdo con la orientación de la producción y origen de la mano de obra de las unidades evaluada (Hermida y Barrera, 2019; Betancurt, y otros 2015). La población en estudio son familias de la Asociación ADISPA, con las que se establecen acuerdos de conservación de bosques, a cambio de financiar proyectos productivos y actividades de interés de las asociaciones.
- **Revisión y selección de variables y aplicación de técnicas estadísticas:** La información proveniente de la encuesta predial fue analizada de manera independiente, así la matriz de datos original fue sometida a una revisión con el fin de descartar errores de

digitación que afectaran el análisis. De esta manera se obtuvieron dos archivos planos con la información de las fichas prediales.

- Estadística descriptiva (medidas resumen): Sobre el archivo descrito se corrió un análisis de estadística descriptiva para reducir variables, así se eliminaron las variables que no cumplían con más del 80% de la información y cuyo coeficiente de variación fue muy bajo. Según esto, el número de variables se redujo de 249 a 50.
- Análisis de Componentes Principales (ACP): El Análisis de Componentes Principales (ACP), realizado sobre la matriz de correlación mostro que los 15 primeros componentes y aportan el 80% de la variación total. Se analizaron los vectores característicos, asociados a cada una de las raíces características; sobre ellos se eligieron aquellas variables asociadas a los mayores valores absolutos de cada vector. Una vez descartadas variables que no aportan variabilidad y que no cumplen con un n de más de 80% de información, se elaboró un nuevo archivo con las 37 variables que continuaban en el análisis.
- Análisis de conglomerados: Una vez seleccionadas las variables que aportan la mayor variabilidad al estudio, mediante el ACP, se estructuro una nueva hoja de trabajo con las variables seleccionadas. El análisis permitió evidenciar la formación de dos grupos de fincas. En la Tabla 10 se observa los grupos obtenidos en el análisis de conglomerados. Una vez establecidas las fincas de cada grupo, se evaluó el peso de cada grupo. Para generar los datos necesarios para caracterizar la tipología de los sistemas productivos, se obtuvieron estadísticas descriptivas de cada tipología.

Descripción de las tipologías:

Los resultados muestran que en la ZRC Perla Amazónica se presentan dos actividades productivas diferentes, el 63% de los predios evaluados corresponden a tipología cuyas actividades productivas están orientadas hacia la agricultura como principal actividad y el 37% a actividades ganaderas. La oferta de mano de obra es de tipo familiar (Tabla 10).

Tabla 10. Descripción y peso estadístico de las tipologías identificadas en ADISPA

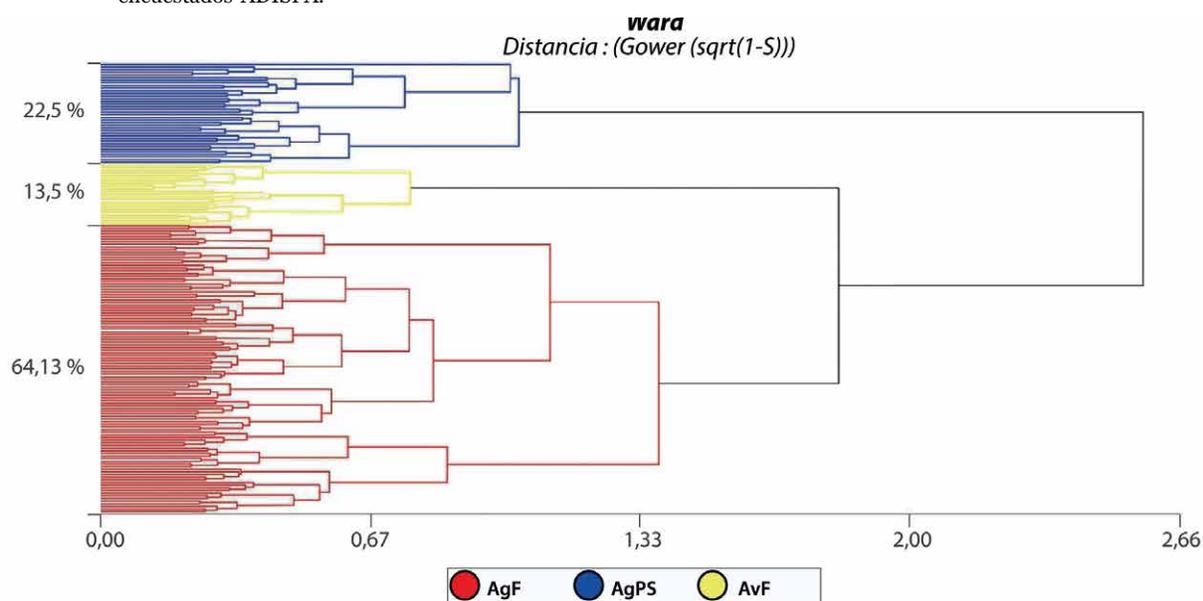
Tipologías Asociación ADISPA		
Agrícola Familiar AgF	Agropecuario Semipresarial GaEmF	Avícola Familiar AvF
64,1%	22,4%	13,5%

Los resultados obtenidos del proceso de caracterización y tipificación de sistemas productivos para esta asociación corresponden a dos actividades productivas; la agricultura y la ganadería complementadas con especies menores (aves, peces y cerdos), (Tabla 11). Como es reportado por Corpoamazonia en el departamento se practica la agricultura de cultivos tradicionales como plátano, yuca, maíz, arroz, papa, frijol, caña panelera, palmito, y frutales como chontaduro y piña, principalmente. A nivel pecuario, las actividades están concentradas en la cría de ganado vacuno de carne. La Figura 18, muestra el conglomerado jerárquico resultado del análisis de clúster en donde se observa la distribución de la muestra.

Tabla 11. Medidas resumen para las dos tipologías caracterizadas-ADISPA.

Tipología		AgF		AgpS		AvF	
		Agrícola Familiar		Agropecuario semiempresarial		Avícola Familiar	
N° de encuestas		109		38		23	
%		64,1		22,4		13,5	
Uso del suelo		Has	%	Has	%	Has	%
	Cultivos	2,29	18,61	2,31	14,42	0,42	3,76
	Pastos	3,90	22,12	9,40	30,49	2,22	13,69
	Rastrojo	4,72	27,64	7,72	31,22	5,97	49,91
	Bosque	5,28	29,54	7,57	22,68	3,23	30,21
	Otras	0,37	2,09	0,46	1,19	0,32	2,43
	Total	16,55	100	27,45	100	12,14	100
Ingresos		SMM	%	SMM	%	SMM	%
	Ganadería	3,00	8,29	22,93	43,33	0,04	1,67
	Agricultura	15,60	51,50	4,25	25,59	29,40	28,37
	Bosque	0,00	0,00	0,21	0,90	0,00	0,00
	Espmen	3,69	39,35	3,15	24,94	2,93	69,96
	Venta mano obra	0,07	0,86	1,05	5,04	0,00	0,00
	Total	22,35	100	31,60	100	32,37	100
	Aves	3,22	90,90	4,63	83,25	2,74	91,97
	Peces	0,19	2,20	0,07	1,90	0,00	0,00
	Cerdos	0,28	6,90	0,95	14,85	0,20	8,03
Total	3,69	100	5,65	100	2,93	100	
Mano de obra		SMM	%	SMM	%	SMM	%
	Familiar	2,22	82,22	9,08	56,99	1,30	81,91
	Contratada	0,25	17,78	1,46	43,01	0,16	18,09
Total	2,47	100	10,54	100	1,46	100	
Costos		internos	externos	internos	externos	internos	externos
	Ganadería	0,22	0,04	2,13	0,80	0,01	0,00
	Agrícola	0,23	0,06	1,19	0,22	0,00	0,00
	Bosque	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
	Espmen	0,48	0,02	2,15	0,11	0,08	0,00
Total	0,93	0,13	5,49	1,16	0,09	0,00	
\$_total i. SP		22,35		31,60		31,37	

Figura 18. Dendrograma por método Ward y la distancia Gower para usuarios encuestados-ADISPA.



Agrícola Familiar–AgF: En promedio estos predios miden 16,55 hectáreas, de las cuales el 18,61% están cubiertas por cultivos, el 22,12% por pastos entre gramas nativas y pastos mejorados, el 27,64% por rastrojos y el 29,54% por bosques naturales en este tipo de sistema de producción se reporta otro tipo de uso del suelo que representa el 2,09% y corresponde a áreas inundables, caños, etc. (Tabla 11). La tipología Agrícola Familiar, representa el 64,1% del total de predios muestreados y se caracteriza por una marcada producción agrícola principalmente de cultivos como plátano, yuca, frutales, cacao, maderables, chontaduro y caña acompañada de la producción de aves de corral y una muy incipiente ganadería de cría y ceba. Anualmente el ingreso de este grupo de fincas es en promedio 22,35 SMM, de los cuales, la ganadería aporta el 8,29%; que provienen en un 9,57% de la venta de leche, la venta de queso, venta de ganado bovino y en menor proporción del alquiler de pastos. La agricultura genera el 51,50%, que provienen de la venta de excedentes de maíz, plátano, yuca, cacao y las especies menores el 39,35%, principalmente de la venta de huevos y aves en pie, seguidos por la venta de cerdos y peces; este grupo de fincas no presenta un ingreso significativo por venta de mano de obra ya que ese es solo de 0,86% (Tabla 11).

En promedio se emplean 65 jornales al año que cuestan 2,47 SMM; la ganadería demanda el 24,70%, la agricultura 28,20%, las especies menores el 47,08%. Los costos de producción en los que incurren los predios de esta tipología se dividen en dos, los que son de tipo interno que incluyen entre otros la tierra, mano de obra, el capital y que generan un coste del 88,16% al sistema y unos costos de insumos externos, es decir, recursos ajenos a la explotación, como los fertilizantes, plaguicidas y demás elementos que se compran fuera de los predios y que requiere del 11,84% del costo total de producción (Tabla 11). El 82,22% es de origen familiar, por lo que las actividades productivas las desarrolla el núcleo familiar, encabezado por el jefe del hogar, y su importancia radica en que es el factor de producción por excelencia, ya que desarrolla actividades y tareas ayudadas por instrumentos, infraestructura y que produce bienes y servicios de manera satisfactoria. Pese a haber excedentes de mano de obra familiar en el predio, por algunas temporadas del año y especialmente para el desarrollo de las labores donde se demanda de jornales, se suele contratar personal fuera de la mano de obra de la familia. (Tabla 11).

Agropecuaria semiempresarial: En promedio estos predios miden 27,45 hectáreas, de las cuales el 14,42% están cubiertas por cultivos, el 30,49% por pastos en su orden gramas, pastos mejorados, pasto de corte y sistemas silvopastoriles. El 31,22% del suelo está cubierto por rastrojos y un 22,68% por bosques naturales y áreas que no se pueden incluir en ninguna de las mencionadas y que corresponden de media al 1,19% del total del suelo (Tabla 11). La tipología Agropecuaria semiempresarial, representa el 22,4% del total de predios muestreados y se caracteriza por una marcada producción ganadera de doble propósito, con ganado principalmente de tipo criollo, cebú, pardo suizo y una agricultura sobresaliente. Anualmente el ingreso de este grupo de fincas es en promedio de ingresos por 31,60 SMM, de los cuales, la ganadería aporta el 43,33%; que provienen de la venta de ganado propio y en compañía. La agricultura por su parte genera el 25,59%, que provienen de la venta de cultivos anuales, como el plátano, yuca de cultivos asociados con cacao y caña. Las especies menores en esta tipología aporta el 24,94%, principalmente de la venta de huevos y aves en pie y cerdos (Tabla 11).

En promedio se emplean 282 jornales al año que cuestan 10,72 SMM; donde la ganadería demanda el 43,94%, la agricultura 21,15%, las especies menores el 33,99% y el 0,91% restante la explotación de productos del bosque. Este tipo de producción cuesta en promedio 6,65 SMM de los cuales el 82,54% corresponde a insumos de origen externo para suplir las necesidades de la producción ganadera, entendiéndose como vacunas, alimentos, materiales de ordeño etc. El 17,45 corresponde a insumos de origen interno para la crianza y tenencia de especies menores que corresponden a uso del suelo y la mano de obra. Los costos de producción en los que incurren los predios de esta tipología se dividen en dos, los internos que incluyen la tierra, mano de obra, entre otros. El 56,99% son de origen familiar, por lo que las actividades productivas las desarrolla el núcleo familiar y el restante se compensa con la compra de mano de obra (Tabla 11).

Avícola Familiar: En promedio estos predios miden 12,14 hectáreas, de las cuales el 3,76% están cubiertas por cultivos, el 13,69% por pastos, 49,91% por rastrojos y el 30,21% por bosques naturales y otras áreas que corresponden al 2,43% (Tabla 11) del total de la superficie de los predios. La tipología Avícola Familiar, representa el 13,5% del total de predios muestreados y tiene una fuerte producción aves de corral, una agricultura de autoconsumo y venta de excedentes y una muy incipiente ganadería. El ingreso de este grupo de fincas es de media 32,37 SMM, de los que la ganadería aporta el 1,67%; que provienen del 100% de la venta de leche. La agricultura genera el 28,37%, que provienen de la venta de excedentes de maíz, plátano, yuca y las especies menores el 69,96%, principalmente de la venta de huevos y aves en pie, seguidos por la venta de cerdos y peces (Tabla 11).

En promedio se emplean 41 jornales al año que cuestan 1,46 SMM; de los cuales la ganadería requiere 7,63%, las especies menores el 90,14%. Los costos de producción tienen un coste del 99,26% que corresponden a costos de origen interno (Tabla 11). De la mano de obra empleada, el 81,81% es familiar, por lo que las actividades productivas las desarrolla el núcleo familiar y el 18,09 restante se emplea en diferentes momentos del año para actividades de manejo y mantenimiento de la unidad productiva.

Análisis de las principales variables evaluadas en la tipificación de los sistemas de producción agropecuarios:

- **Composición por tamaño del predio:** En áreas rurales, leves cambios en las prácticas productivas pueden afectar las características y funciones del sistema del paisaje y consecuentemente del medio ambiente; ya que los principales cambios en el uso de la tierra y los recursos ocurren inicialmente en los predios donde los factores causales se integran (Thenail y Baudry, 2004). Dentro del análisis de los sistemas productivos, es determinante entender esta dinámica del uso y tenencia de la tierra para lograr identificar la correlación entre los sistemas y un conjunto de rasgos establecidos, Rosset (1999) y Binswanger (1995) señalan la relación inversa entre el tamaño del predio y su productividad. En los predios de tamaño pequeño se presentan características propias, como el empleo de mano de obra, la ejecución de labores productivas, el sentimiento de pertenencia a la finca, el conocimiento y las creencias ambientales, lo cual lleva a una economía estable y duradera y a una empresa basada en la familia.

El análisis de la información de los predios agropecuarios de la asociación agrupados en tres tipologías, muestran la dinámica en cuanto a tamaño del predio ya que se observan extremos en composición de las fincas. A nivel general, los predios que conforman estas tipologías presentan una media de 18,71 hectáreas y extremos significativos del tamaño (Figura 2), por lo que según los resultados el 40,58% de los predios se encuentran entre las 2 y 10 hectáreas, 29,41% entre 11 y 20 ha, 12,35% corresponde a predios de 21 a 30 ha, 10% predios de 30 a 50 has y solo 7,64% de los predios tienen áreas mayores a 50 ha, como se puede observar en la figura, donde el predio con la menor extensión de tierra es de 2 has y el mayor de 89 has. Los datos deducimos que los predios con menor extensión de hectáreas conservan un buen porcentaje de área cubierta por bosques, considerados reservas forestales y que no se han intervenido para el desarrollo agropecuario (Figura 19).

- **Uso del suelo:** Uno de los aspectos que determinan la tipificación y caracterización de los sistemas de producción es la forma de organización interna de los arreglos productivos; conocer la conformación del uso del suelo permitirá entender mejor la dinámica de las tipologías. Por lo general, los usos del suelo dependen en gran manera de la antigüedad del predio, la zona biofísica en la que se encuentra, de la tendencia productiva en la que se desarrolla, entre otros aspectos. La mejor opción de uso del suelo debe ser económicamente viable, socialmente compatible y ambientalmente aceptada. La zonificación de usos del suelo identifica la vocación del territorio, su uso es acorde con la distribución de recursos, las características de cada espacio y las implicaciones sociales y ambientales de cada actividad, y constituye una acción esencial en el uso racional de los recursos naturales.

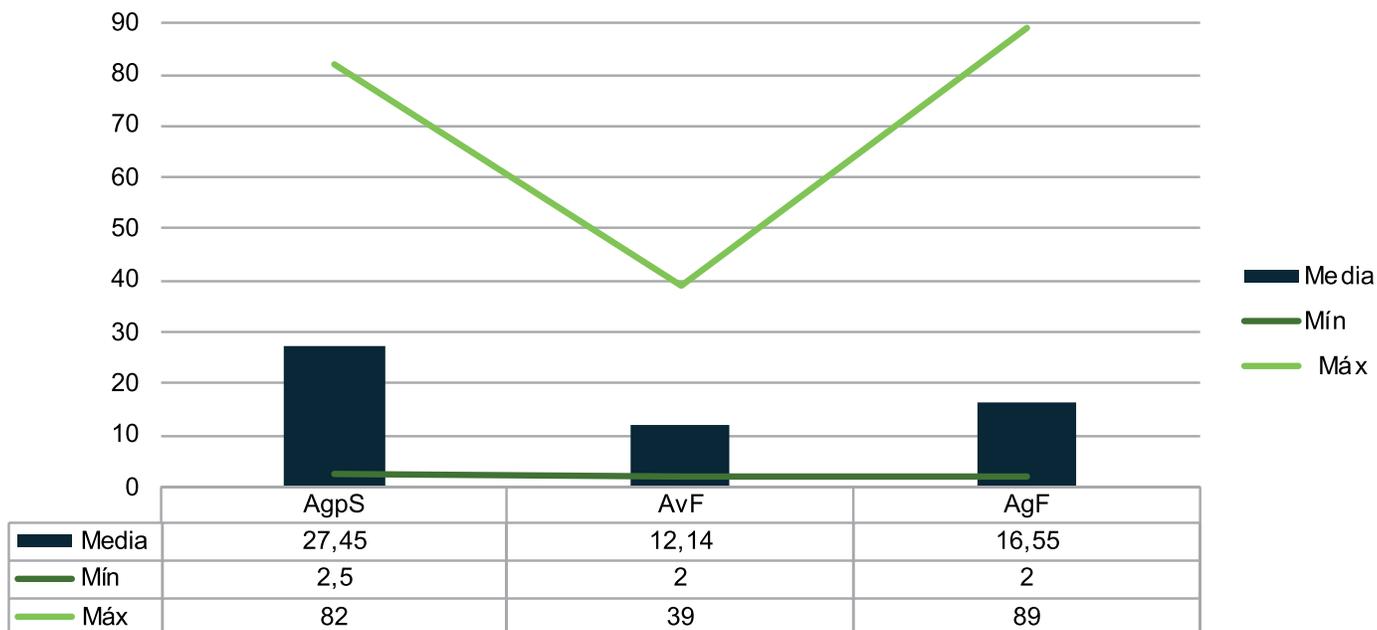
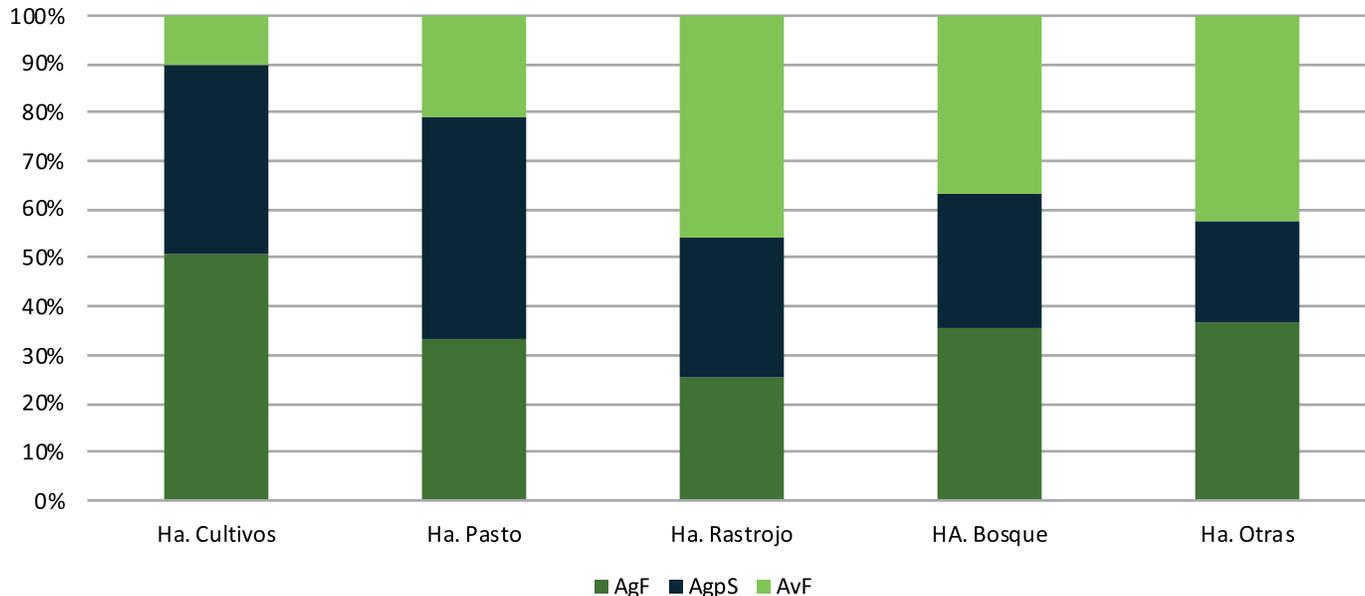


Figura 19. Composición del tamaño de los predios en hectáreas de las tipologías en ADISPA.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar.

Figura 20. Distribución promedio en porcentaje de las hectáreas del uso del suelo en las tipologías.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar caracterizadas para la Asociación ADISPA.



La figura 20 muestra la distribución del uso del suelo en las tres tipologías caracterizadas, donde las áreas de cultivos para las tipologías AgF y AgpS cubren el 16,52% del suelo, siendo la tipología AgF la de mayor extensión con 18,61%. Las áreas de pasturas son para la tipología AgpS las de mayor extensión con un promedio de 30,49% entendiendo que este grupo de fincas centra su actividad productiva en el desarrollo de ganadería; por otra parte, la tipología AvF es la que menor extensión de pasturas presenta con un promedio de 13,69%. Las áreas de rastrojos corresponden a las áreas de mayor extensión en las tres tipologías (Figura 20), siendo la tipología AvF la que

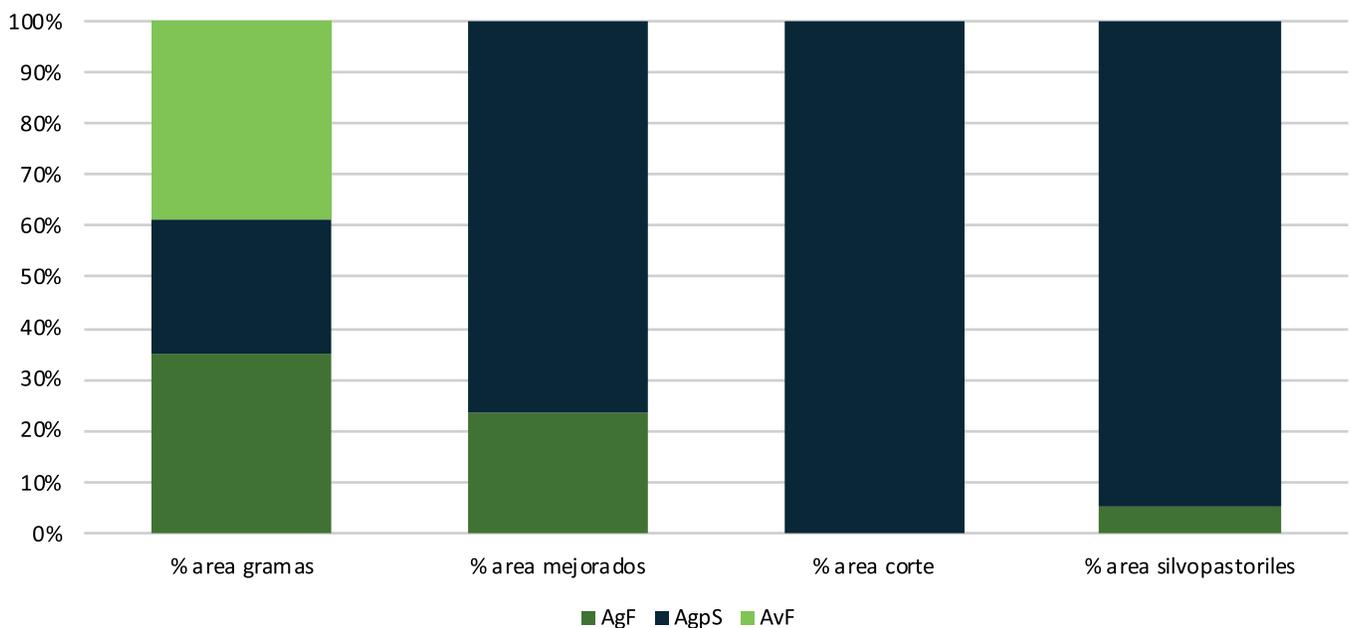
muestra que en su distribución de suelo estas áreas en promedio ocupan el 49,91% del suelo, estos rastrojos juegan un papel importante en la rotación de cultivos y descanso de la tierra, constituyen el área de reserva que le permite al productor expandirse en un momento determinado. Con relación a las áreas de bosque, nuevamente la tipología AvF muestra el mayor promedio con 30,21% del suelo cubierto por este tipo de cobertura, seguida por la tipología AgF con un promedio de 29,54% (Estas tipologías son las de menor, Figura 20). Finalmente, las tres tipologías tienen en su distribución de uso de suelo áreas catalogadas como otras áreas que hacen referencia a humedales, caños, pantanos etc., áreas que por algún motivo no han sido transformadas para la producción agropecuaria.

- **Composición de pastos:** A nivel general el análisis de datos permite observar que el 79,02% de las áreas cubiertas por pastos corresponden a gramas nativas, seguido por las pasturas mejoradas que corresponden al 19,38% las áreas de corte y silvopastoriles son de 1,59%.

En la figura 21, se muestra que las tres tipologías caracterizadas, presentan los mayores promedios en las áreas de gramas, siendo la tipología AvF la que mayor extensión de gramas tiene con 100% que son preferidas por los productores como alimento para el ganado ya que no requieren muchos costos de mano de obra e insumos y además su actividad principal no es la ganadería, por lo que estas áreas son usadas para que los bovinos que cumplen, en este grupo, una función de autoconsumo de sus subproductos obtengan parte de su alimento. Las áreas destinadas a los pastos mejorados muestran que la tipología AgpS es la que presenta la mayor extensión con el 28% del suelo de pasturas cubierto por pastos mejorados, principalmente del género *Bracharia*; esta tipología también cuenta en su inventario de pasturas con áreas de corte y de sistemas silvopastoriles para suplir las necesidades de los animales que corresponden en promedio a 0,21% y 4,34% respectivamente; lo que demuestra que este tipo de fincas están implementando las áreas de forraje; partiendo del hecho de que aunque el empleo de pastos de corte, implica un uso intensivo del mismo pero que a la vez se busca minimizar el desperdicio de forraje ya que elimina el pastoreo y en alguna forma disminuye la selección del animal que normalmente deja residuos considerables en los potreros. En conclusión, estos resultados demuestran que las tipologías con ganaderías más productivas y con mayor extensión de tierra siguen manejando el tipo de ganadera tradicional.

Figura 21. Distribución porcentual de las áreas de pasto en las tipologías ADISPA

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar



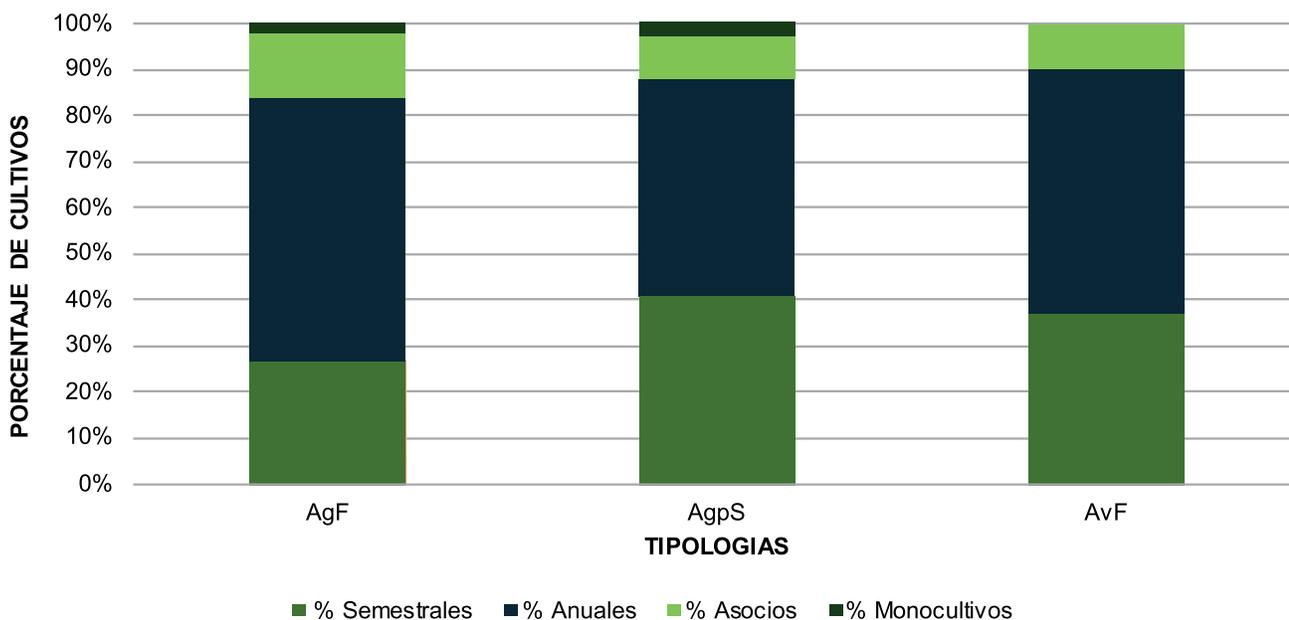
- **Composición de cultivo:** Espinoza y otros (2015) afirman que la aptitud productiva desarrollada está representada en cultivos de cacao, plátano, maíz, palmitos, chontaduro, silvopastoriles, yuca, cítricos y otros árboles frutales. En los últimos años, varios productores iniciaron procesos de conversión en sus fincas de potreros de solo pasto, hacia sistemas diversificados en arreglos silvopastoriles. A este trabajo se le denominó “ganadería sin ganado”, es decir, pensar en la explotación ganadera pero no antes de incorporar prácticas de recuperación de suelos degradados por la potrerización y buscando un aumento de la biodiversidad funcional y alimentaria para los animales.

Según esto, las fincas caracterizadas en las tipologías se ajustan a la realidad de la zona, ya que el 34,65% del uso del suelo lo representan cultivos semestrales, donde los de mayor importancia para este tipo son el maíz, ya que a mediano plazo es uno de los cultivos con mayor jerarquía para la región, pues suele presentarse como componente en los arreglos establecidos en las fincas campesinas como parcelas de seguridad alimentaria. Los cultivos anuales predominantes en la región siguen siendo el plátano, yuca y frutales (Tabla 11), siendo este primero el que mantiene su importancia como principal cultivo con mayor superficie sembrada pues representa un ingreso económico en menor tiempo para las familias campesinas (Figura 22 y Tabla 12), de esta forma la tipología AgF presenta en promedio 26,67% del suelo cubiertos por cultivos de tipo semestral y un 57,19% por cultivos anuales. La tipología AgpS tiene por su parte, en promedio 40,86% del suelo destinado a cultivos, ocupado por semestrales y un 47,04% por cultivos de tipo anual; finalmente la tipología AvF muestra en promedio 36,65% del suelo cubierto por cultivos de maíz, arroz y un 52,88% por cultivos de plátano y yuca; estos cultivos cumplen una función de alimentar a las familias, de ser parte de la alimentación de los animales y también generan ingresos por la venta de los excedentes.

En cuanto a cultivos permanentes asociados, se observa en la figura 22 que la distribución de estos en las tres tipologías es de promedio de 11,28% has y donde el cultivo cacao es el más representativo en estos tipos de producción, se sabe que el cacao y caucho históricamente han sido dos principales sistemas productivos en los predios rurales, aunque en cuanto a producción y rendimiento aún no se obtienen los mejores resultados. Los cultivos de café y caña tienen una media general de 2,34% de hectáreas destinadas a este tipo de cultivos, donde la tipología AgAvF es la que presenta mayor cobertura donde el cultivo de caña que en su mayoría es sembrada bajo el sistema

Figura 22. Distribución de las áreas empeladas para cultivos en predios de las tipologías de ADISPA.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar



artesanal y con fines de autoconsumo de la miel; en algunos predios la utilizan como fuente de energía para el ganado bovino (Tabla 12 y Figura 23).

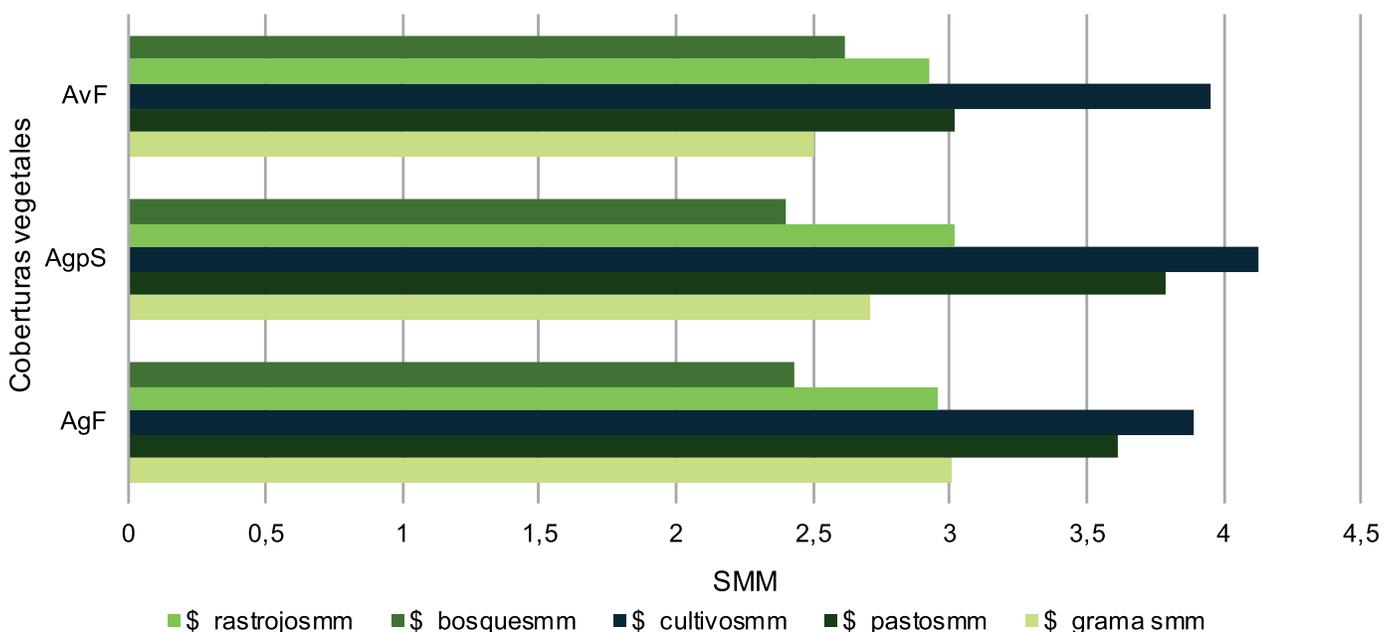
- Valorización de las coberturas:** El valor de los terrenos rurales se define según la capacidad de uso de la tierra, debe tener una relación estrecha entre el valor del mercado y la productividad de la tierra en un área económica, climática y con los costos de transformación y adecuación de los sistemas de producción realizados por el propietario para establecer la actividad económica (Manual de valuación rural, 2009). Los métodos para medir la productividad dependen de una clasificación de la tierra basada en la suma de factores que influyen en la definición de un ambiente propicio para el crecimiento de vegetación y de cultivos. La clasificación básica de todo mercado de bienes se hace de acuerdo con su uso, el método que ofrece la mejor medida para los terrenos rurales es la productividad de la tierra relacionada con su valor de mercado. En otras palabras, un área de bosque constituye para un productor un factor de producción (tierra) del que dispone solo del suelo, por lo que para convertirlo en una unidad de producción debe destruir un componente importante y base de diversidad, donde la destrucción de este recurso ante los ojos del colonizador implica costos de adecuación que incrementa el valor de la tierra. Por otra parte, las áreas de pasto y cultivos requieren una inversión más elevada; y por tanto, el suelo adquiere un valor mucho más alto para el productor comparado con el bosque.

Figura 23. Valores promedios de valorización por hectárea según tipologías ADISPA.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semipresarial y AvF-Avícola Familiar.

Nota: \$ _gramasmm: Valor de una hectárea de grama en salarios mínimos mensuales; \$ _pastosmm: valor de una hectárea de pasto en salarios mínimos mensuales; \$ _cultivosmm: Valor de una hectárea de cultivos en salario mínimo mensuales; \$ _bosquesmm: Valor de una hectárea de bosque en salarios mínimos mensuales y \$ _rastrosmm: valor de una hectárea de rastrojo en salarios mínimos mensuales.

La figura 23, muestra la relación del valor de la unidad productiva con la actividad económica realizada, donde en promedio general la percepción del valor de la unidad de tierra en hectáreas sin importar la cobertura es de 3,13 SMM. La orientación de la producción de las fincas también determina la percepción del valor de la tierra, según la información analizada para las fincas de las tipologías caracterizadas los valores promedios más elevados en cuanto a valorización de una hectárea de suelo se presentan en las coberturas de cultivos con un valor promedio de 4,01 SMM, donde la tipología AgpS valoriza este tipo de cobertura en 4,12 SMM (Figura 24). Por otra parte, la percepción de los campesinos con relación a las áreas de gramas para las tipologías es en promedio de 2,86 SMM, siendo la tipología AgF la que en promedio muestra la mayor percepción de valorización con 3,01 SMM. Los pastos, en la tipología AgpS en promedio se perciben en 3,79 SMM, seguido por la tipología AgF con 3,61 SMM (Figura 23). Las áreas de bosques y de rastrojos en promedio alcanzan una valorización de 2,70 SMM, donde la tipología AgpS estima estas coberturas en 3 SMM.



- Estructura de los ingresos y costos:** Respecto a los Ingresos brutos, el Incoeder (2013), afirma que el ingreso promedio mensual esperado para las unidades productivas debe ser mínimo equivale a dos salarios mínimos legales vigentes. Así entonces, la información analizada nos muestra que las fincas pertenecientes a las tipologías caracterizadas 2,00 SMM. La tipología AvF anualmente genera un ingreso por sus actividades de 32,37 SMM que se distribuye de la siguiente manera; las actividades relacionadas con la avicultura que constituyen un renglón productivo importante generan el 69,96%, seguido por los ingresos agrícolas que con la venta de excedentes de productos como plátano, yuca, caña y que aportan 25,59% y la ganadería genera un ingreso de 1,67% (Figura 24). La tipología AgF, genera anualmente 22,35SMM, donde las actividades agrícolas aportan 51,50% del total del ingreso del predio, principalmente por la venta de productos como plátano y maíz (Tabla 12) en la producción de especies menores se obtiene el 39,35%; que es especialmente debido a la venta de huevos, gallinas, cerdos y peces. Finalmente, la tipología AgpS distribuye los ingresos entre ganadería y agricultura con 43,33% y 25,59% respectivamente, además de las actividades de especies menores que aportan el 24,94% y un adicional por venta de mano de obra que corresponde a 5,04% del total del ingreso.
- Sector agrícola:** En la mayoría de las fincas se siembra maíz, plátano y yuca para el autoconsumo. También hay iniciativas de desarrollo alternativo a pequeña escala, como cultivos de cacao, maderables, caña de azúcar para producir panela y miel, y sistemas silvopastoriles y agroforestales (Figura 24). Los renglones productivos más destacados en todos los sistemas de producción son los cultivos anuales (plátano, yuca y frutales), que generan un ingreso promedio de 4,32 SMM anuales de los cuales 2,29 SMM lo aporta la tipología AgF y 1,04 SMM la tipología AvF y cuentan con un área promedio sembrada de 1,27 has en la tipología AgF, 1,04 has para la tipología AgpS y solo el 0,18 has para la tipología AvF. La Tabla 12, muestra el listado de los cultivos presentes en los sistemas de producción caracterizados, el área que en promedio ocupan en los predios de cada tipología, así como el ingreso total y el ingreso que proviene de la venta de los productos; de esta forma, podemos observar que la mayoría de los cultivos presentes cumplen una función de abastecimiento de la unidad productiva ya que del total de la producción el ingreso monetario no es significativo. En las tipologías el cultivo principal y del cual se obtienen los mayores provechos es el plátano, maíz, yuca y madera.

Figura 24. Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías ADISPA.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar caracterizadas para la Asociación ADISPA.

Nota: %I. ganado: Porcentaje ingreso neto por ganadería; % I. agrícola: ingreso neto por agricultura; % I. bosque: ingreso neto por aprovechamiento del bosque; % I. Esmen: ingreso neto por especies menores (aves, peces y cerdos); % I. otros: ingreso por diversas actividades (venta de mano de obra, familias guarda-bosque, subsidios). Los valores porcentuales se deben entender en Salarios Mínimos Mensuales (SMM); los valores e ingresos aquí referidos no tienen descontados los costos de producción.

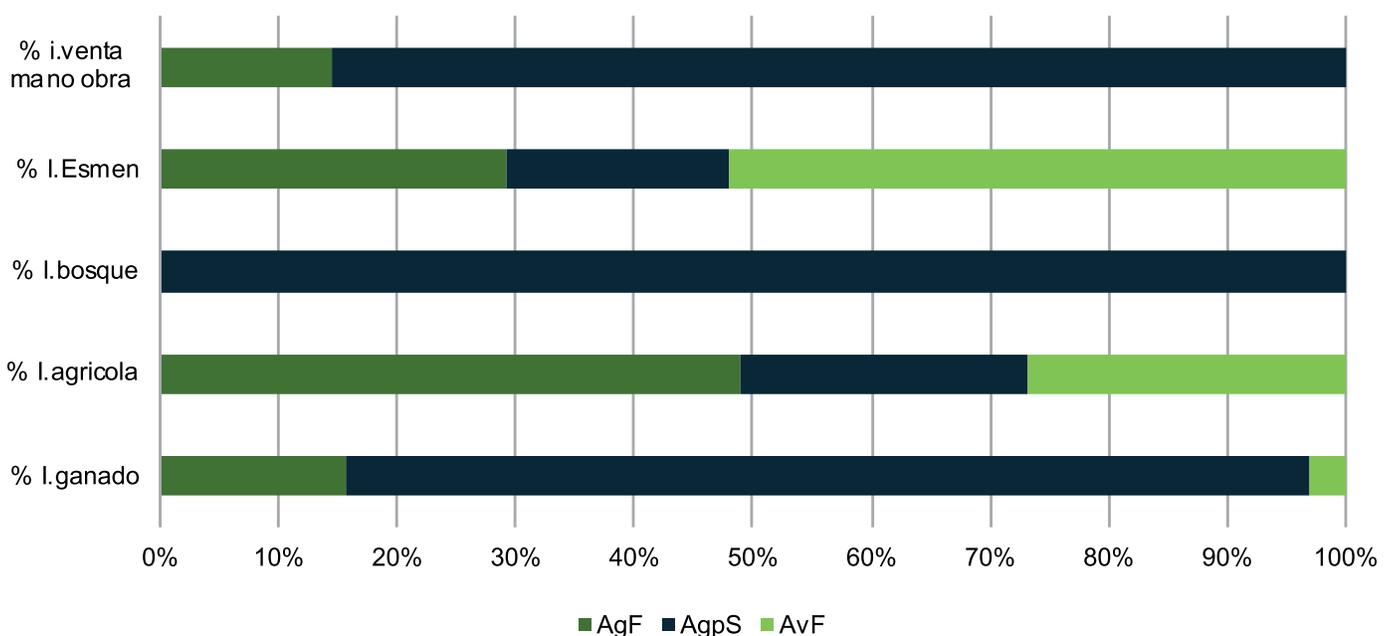


Tabla 12. Área e ingreso para nueve cultivos en tipologías de los sistemas de producción.

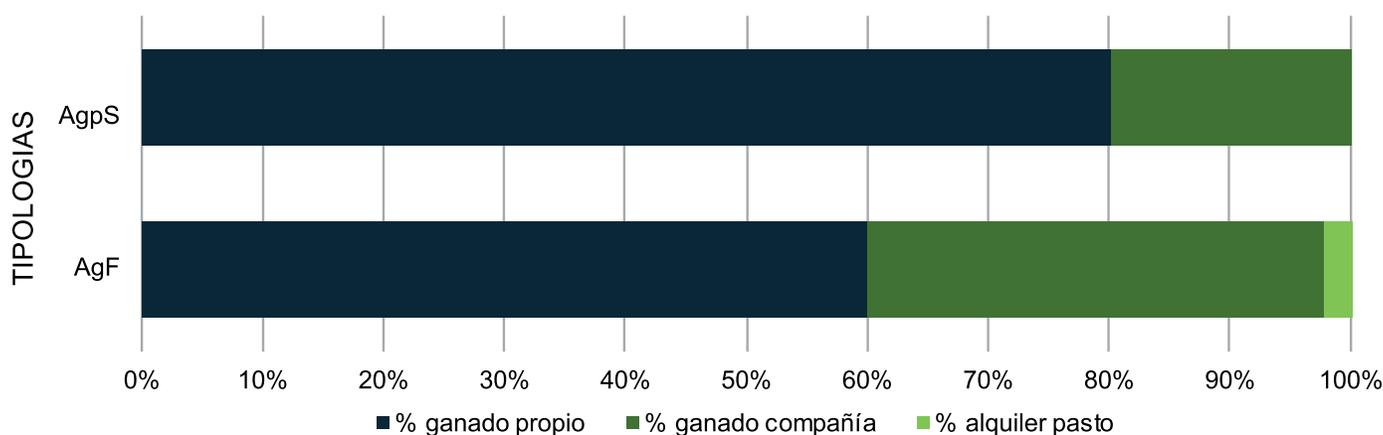
Cultivos agrícolas	Tipologías de sistemas productivos								
	AgF			AgpS			AvF		
	ha	Ingreso total	Ingreso Venta	ha	Ingreso total	Ingreso Venta	ha	Ingreso total	Ingreso Venta
Maíz	0,39	0,69	0,19	0,44	0,57	0,32	0,07	0,22	0,00
Arroz	0,04	0,15	0,01	0,23	0,20	0,11	0,04	0,16	0,00
Hortalizas	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Plátano	0,95	1,95	0,96	0,71	1,49	1,13	0,12	0,08	0,01
Yuca	0,27	0,34	0,03	0,30	0,37	0,04	0,06	0,05	0,00
Frutales	0,05	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Caucho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cacao	0,12	0,08	0,07	0,09	0,12	0,08	0,00	0,00	0,00
Madera	0,21	12,31	0,00	0,12	0,03	0,00	0,04	28,71	0,00
Café	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caña	0,04	0,00	0,00	0,08	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00
Flores y Follaje	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Agrícola Familiar- AgF; Agropecuario Semiempresarial-AgpS; Avícola Familiar-AvF

- **Sector ganadero:** El sector ganadero en las tipologías está determinado por que el inventario bovino es en el 70,11% de propiedad absoluta del productor, un 28,74% se presenta en la modalidad de aumento y/o compañía y un 1,15% de los predios realizan alquiler de pasturas, esto último consiste en subarrendar una porción de la finca para el mantenimiento de semovientes, esta condición se ve reflejada cuando el clima y la necesidad de pastos o algún negocio ocasional hacen necesario la toma de esta alternativa. La Figura 25, muestra que la tipología AgF tiene en su inventario el 59,98% de ganado propio (vacas paridas, crías, horas, novillas), por su parte la tipología AgpS cuenta con un 80,23% promedio de ganado propio y un 19,77% en compañía, esta modalidad es muy frecuente en el sector ganadero, se entregan cabezas de ganado al tenedor de unidades productivas con disponibilidad de pastos dentro de una modalidad comercial denominada “al aumento”. Al momento de la entrega el ganado es evaluado a precios del mercado y las mejoras que se obtengan serán divididas por partes iguales entre el dueño del ganado que lo entrega y el propietario de los pastos que lo recibe. Este último debe ofrecer buen pasto, la sal necesaria y la sanidad corriente que requieran los animales, cabezas de ganado que comparten el mismo espacio que otras reses propias que posee quien recibe estos ejemplares al aumento. La tipología AvF no presenta información relacionada con estos tipos de tenencia de ganado.

Figura 25. Porcentaje de distribución del ingreso por actividades ganaderas en tipologías ADISPA.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar
 **%ganprototal: Porcentaje de ganado total propio y %gancomtotal: Porcentaje de ganado total en compañía y %alquiler de pasto.



- **Costos brutos:** Una forma complementaria de caracterizar los sistemas de producción es evaluando los costos involucrados en el proceso productivo. Para ello se consideran dos costos relacionados con la operación del sistema y relacionados con la mano de obra e insumos. Como se puede ver en la Tabla 13, las tipologías caracterizadas tienen una distribución similar en la mano de obra e insumos, la mano de obra total empujada en la tipología AgF es de 70,15% y los costos relacionados con los insumos tanto internos como externos representan en promedio 1,06 SMM. La tipología AgpS tiene un costo general de 6,65 SMM de los cuales el 38,29% corresponde a insumos requeridos para la producción ganadera (vacunas, purgas, materiales para mantenimiento de cercas y pasturas, material de ordeño, etc.), la tipología AvF tiene un costo de mano de obra que está por encima del 90% y un costo de insumos de 5,93%. Teniendo en cuenta los ingresos (Figura 25) y los costos que se presentan en la Tabla 13 la relación costo/beneficio en las fincas que conforman las dos tipologías se presenta de forma positiva, es decir los ingresos percibidos son mayores a los costos de producción de los sistemas productivos caracterizados.

Tabla 13. Distribución de los costos de producción de las tipologías ADISPA

Tipología	\$mo_sptotal	\$intotal_sptotal	% mo_sptotal	% intotal_sptotal	\$_Ctotalsp
AgF	2,47	1,06	70,15	30,13	3,52
AgpS	10,72	6,65	61,73	38,29	17,36
AvF	1,46	0,09	94,48	5,93	1,55

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar

* \$mo_sptotal: mano de obra total en salarios mínimos; \$intotal_sptotal: insumo total en salarios mínimos; % mo_sptotal: Porcentaje de mano de obra; % intotal_sptotal: Porcentaje de insumos y \$_Ctotalsp: Costo total del sistema en salarios mínimos.

- **Origen de la Mano de Obra Incorporada:** Se conoce como mano de obra al individuo o individuos que intercambian sus cualidades o condiciones físicas para desarrollar una actividad, es un recurso fundamental en las actividades productivas, por lo que la distribución y/o uso permite conocer el dinamismo de los sistemas agropecuarios. En la Figura 26, se puede observar claramente la tendencia de uso de mano de obra; así, las tipologías AgF y AvF, para la realización de las actividades productivas, requiere de casi la totalidad de mano de obra de origen familiar, sin embargo, suelen contratar trabajadores a los que se les paga por día trabajado o resultado. Las condiciones de trabajo en el sector agropecuario son diferentes, su intensidad, y la mano de obra son muy variables durante el año, por lo que unidades relativamente pequeñas llegan a tener trabajadores ajenos a la familia sin que su forma de operar deje de ser una unidad familiar. La tipología AgpS presenta una distribución de mano de obra entre familiar y contratada (Figura 26). Por otra parte, en la Figura 27, se observa que las tipologías AgF y AvF utilizan el 82,05% y 98,83% de la producción para el autoconsumo de las unidades familiares a diferencia de la tipología AgpS que en el 81,85% de la producción es vendida en los mercados locales.

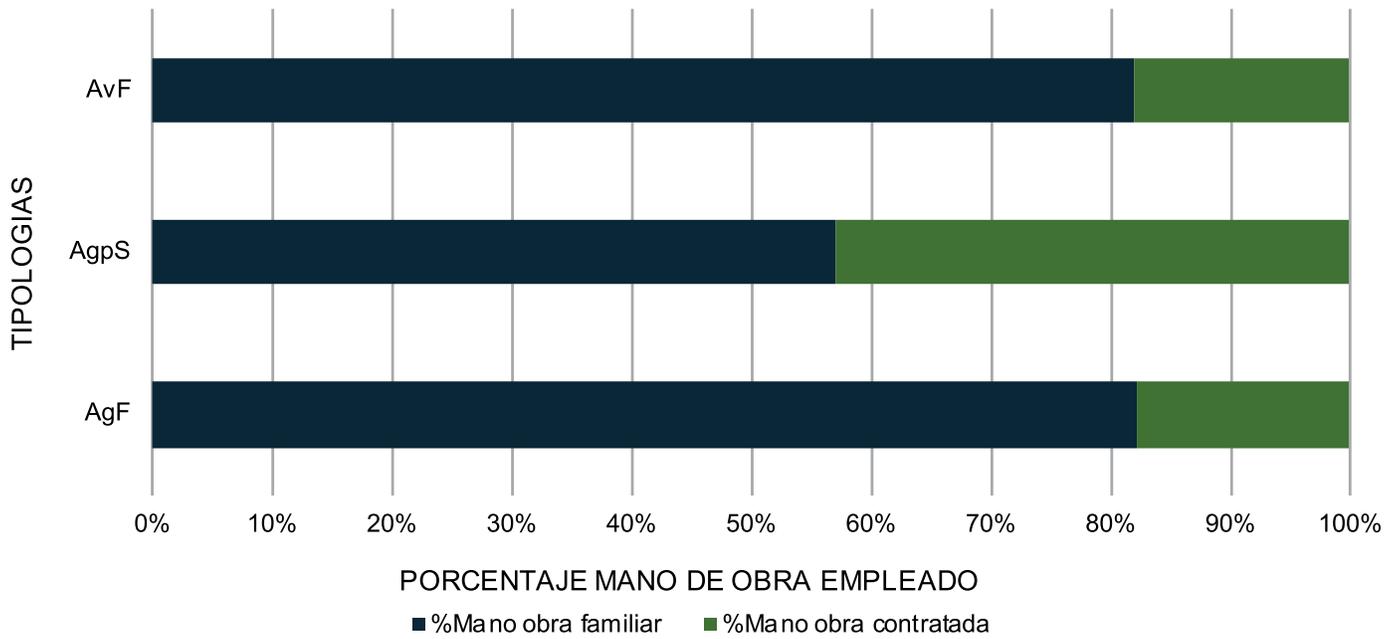
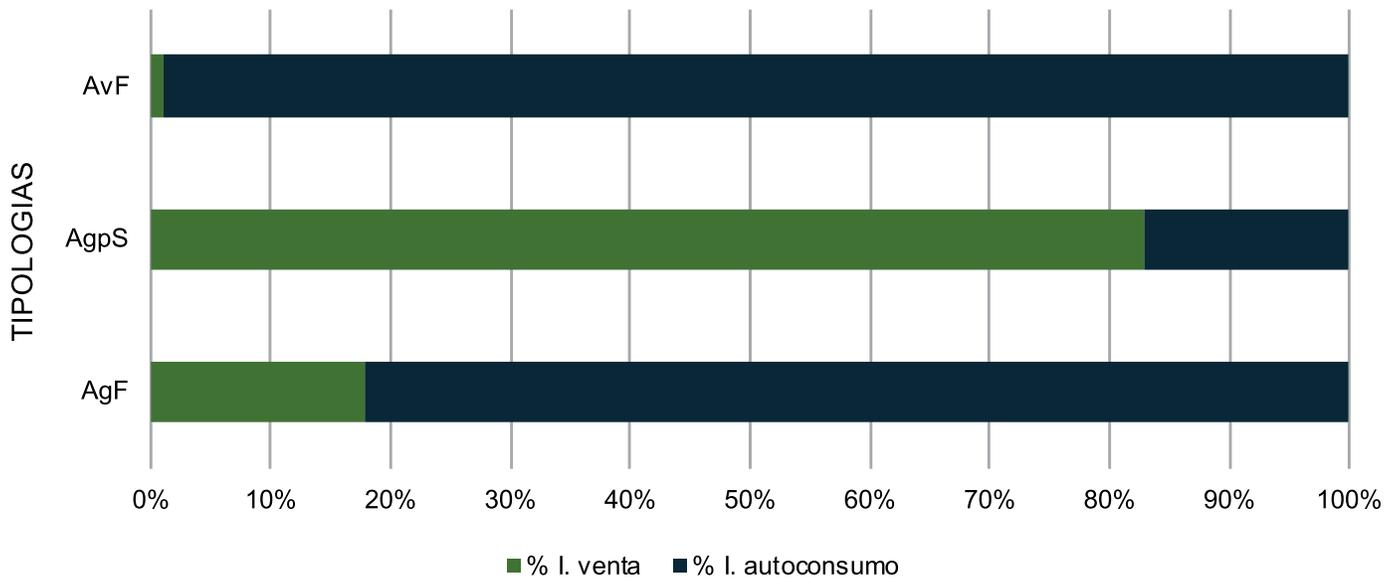


Figura 26. Porcentaje de distribución de los costos de mano de obra en tipologías ADISPA.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar caracterizadas.

Figura 27. Porcentaje de venta y autoconsumo de productos agropecuarios en tipologías ADISPA.

* AgF-Agrícola Familiar; AgpS-Agropecuario Semiempresarial y AvF-Avícola Familiar



Formulación estudios técnicos para el aprovechamiento de productos forestales no maderables

Otra de las aplicaciones desarrolladas y como producto de la investigación participativa comunitaria adelantada en la ZRC Perla Amazónica se desarrolló el “Estudio técnico para acceder a una autorización de aprovechamiento forestal persistente de frutos de *Astrocaryum murumuru* en predios de la Zona de Reserva Campesina la Perla Amazónica-ZRCPA, Puerto Asís, Putumayo”, planteado a desarrollar en un periodo de diez años comprendidos entre el año 2023–2033.

La elaboración de esta solicitud de aprovechamiento busca estructurar los lineamientos técnicos y las actividades a desarrollar para el aprovechamiento forestal persistente con fines comerciales de frutos de la palma chuchana (Figura 28, 29 y 30), en predios del área de referencia de la ZRC Perla Amazónica, vinculados a ADISPA; siguiendo los términos de referencia establecidos por Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia-CORPOAMAZONIA.



Figura 28. Fotografía estípote palma chuchana *Astrocaryum murumuru*



Figura 29. Fotografía Inflorescencia y racimo de frutos palma Chuchana *Astrocaryum murumuru*

El Instituto SINCHI, apoyó la elaboración del estudio técnico, donde, las Unidades de Manejo Forestal (UMF) corresponden a coberturas de bosque en donde se registró la especie, entre los que se encuentran: Bosques inundables, bosques de tierra firme y vegetación secundaria. El aprovechamiento de este producto forestal no maderable se configura de bajo impacto, ya que no requiere la eliminación de los individuos para la cosecha de frutos. La oferta de frutos depende principalmente de la fenología de la especie y el aprovechamiento se desarrolla de manera integral dentro de cada UMF.

Se estima un volumen de producción anual, considerando la oferta local de frutos y las tasas de aprovechamiento establecidas por CORPOAMAZONIA (70% de los individuos aprovechables y 50% de los frutos por planta aprovechable), de tal forma, que se pueda cumplir con compromisos comerciales adquiridos por la ADISPA y garantizando la permanencia del recurso en el tiempo.

En total se estableció un área de aprovechamiento de 1.336,40 hectáreas (UMF) correspondiente al área de las coberturas naturales en donde se encuentra la oferta de la especie, distribuida en 81 predios, vinculados a la Asociación ADISPA. Teniendo en cuenta las estimaciones de densidad y productividad, y las tasas de cosecha establecidas por CORPOAMAZONIA; en las UMF definidas se pueden aprovechar 348,5 toneladas de frutos/año, solicitadas por un término de 10 años.

Con el fin de realizar un control y seguimiento a las acciones de manejo, cosecha y post-cosecha de los frutos en las áreas de producción, se propuso en el estudio técnico, seguir un esquema de manejo adaptativo, el cual busca incorporar un proceso de investigación y monitoreo como mecanismo para retroalimentar el proceso de manejo en su fase inicial y adaptar las acciones a desarrollar. El plan de manejo permite no solamente el aprovechamiento legal del PFM (frutos), si no que, a su vez, aporta los elementos técnicos necesarios para un aprovechamiento y manejo sostenible, convirtiéndose en una alternativa productiva sostenible ambientalmente y viable económicamente para los socios vinculados a ADISPA.

Este estudio técnico configurado, sigue los lineamientos vigentes para el aprovechamiento de productos no maderables del bosque en Colombia (Decreto 690 de 2021) y la normatividad vigente establecida por la autoridad competente Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, Corpoamazonia (Resolución 1243 de 2018, Resolución 1521 de 2017, Resolución 0727 de 2010).

Figura 30. Fotografía fruto Palma chuchana *Astrocaryum murumuru*



Planificación predial participativa

En las etapas previas para llegar a la planificación predial participativa, se alternó el diagnóstico ambiental, como el económico y social, con el fin de capturar información primaria en campo. Se realizó la georreferenciación para obtener los mapas de los predios, donde se visualiza cómo se distribuyen en el predio los elementos que los componen, así que los servicios de un ecosistema se relacionan con individuos mediante interacciones humanas o institucionales, y el sistema social depende del sistema ecológico (Figura 31 y 32).

El desarrollo rural sostenible se enfocó en lo agroambiental para ayudar a prevenir múltiples factores tales como la deforestación, conservar la biodiversidad y la degradación del suelo, se establece cuidar y proteger el entorno natural para llegar a una conectividad ecológica y a la conservación de la biodiversidad mediante alternativas de fortalecimiento de la asociación para lograr el manejo integral y aportar a los procesos de construcción de paz.

La agricultura convencional al desconocer la dinámica de los ecosistemas, desencadena el deterioro ambiental, económico y social, dando como resultado una agricultura campesina inadecuada y una población consumidora sujeta a alimentos poco nutritivos, dado esto se considera que la protección y conservación de los bosques sea una alternativa de sustento y sostenibilidad económica y ambiental debido a que de ello se deriva la protección de los diferentes ecosistemas, tales como las nacimientos de las fuentes hídricas que hay en el territorio. Además de contribuir a que se conserven los recursos naturales, recuperen los equilibrios naturales destruidos y dinamice los ecosistemas, a través de un enfoque sistémico donde interaccionen la producción, la conservación de los recursos naturales y el bienestar económico y social de la comunidad.

En la construcción de mecanismos se procedió a levantar la información primaria, esto conlleva a realizar de manera detallada la caracterización predial con datos exactos de cada predio, donde más adelante se pretende realizar junto con el beneficiario un dibujo de la finca deseada donde se evaluara el potencial de cada predio para así darle diferentes usos al territorio, además de brindarle por medio de diferentes líneas productivas, una alternativa para mejorar los medios de vida de las personas de la región (Figura 32). En fase de diagnóstico se visitó a 35 productores inscritos para la georreferenciación de sus predios, en seis (6) veredas: Agualongo, Bajo Cuembi, Chufiyá, San Salvador, Los Camios y Puerto Playa.

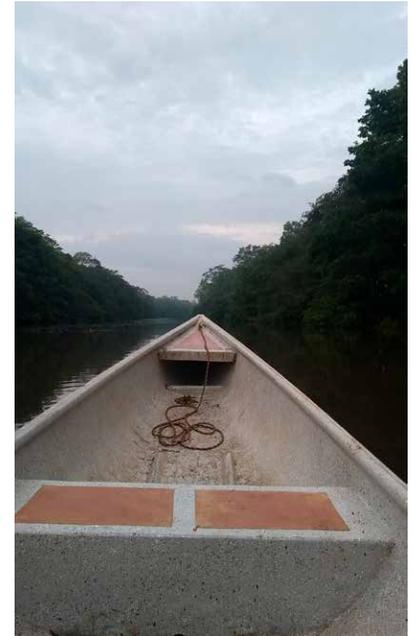


Figura 31. Desplazamiento por río Putumayo. 2019

Figura 32. Desplazamiento por Trochas. 2019

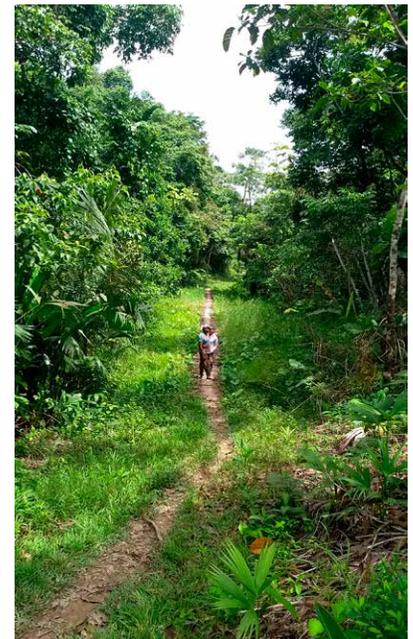


Figura 33. Dibujo del predio en taller de planificación predial ZRC Perla Amazónica. 2019



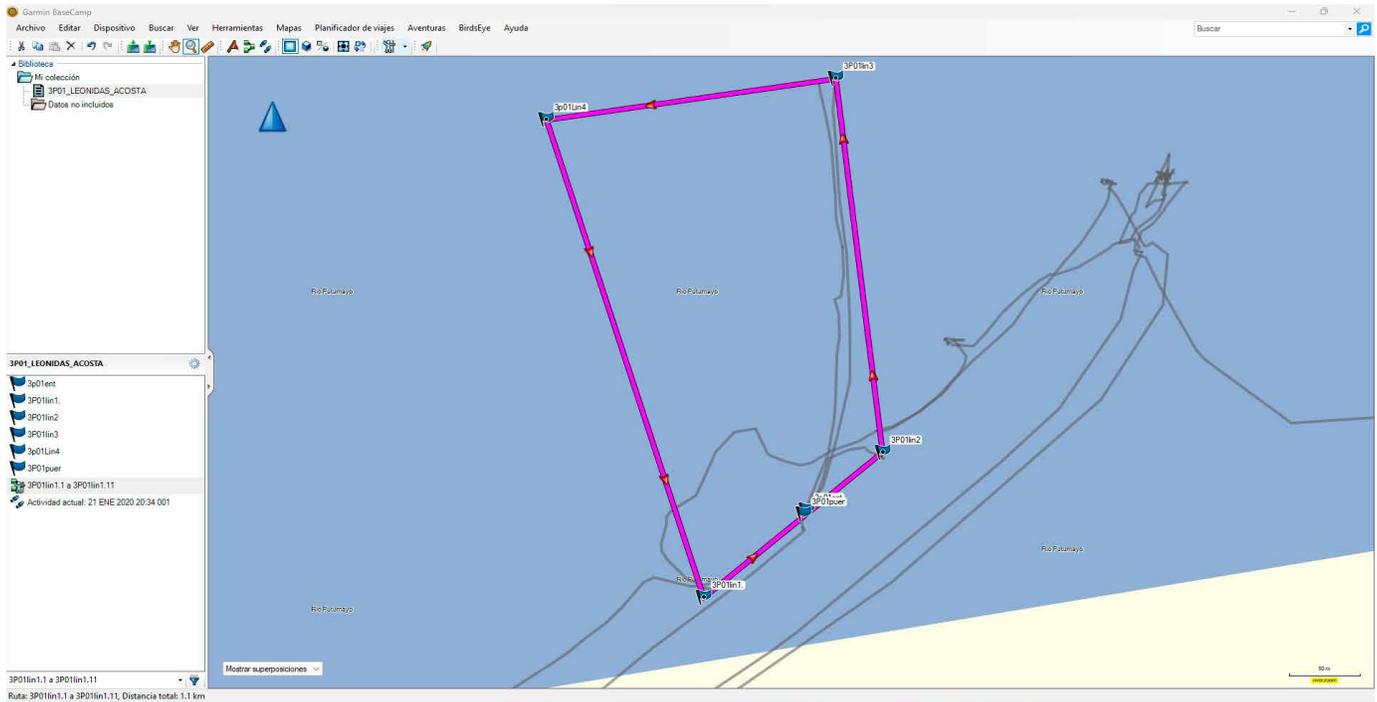


Figura 34. Puntos GPS en Base Camp para planificación predial ZRC Perla Amazónica. 2019

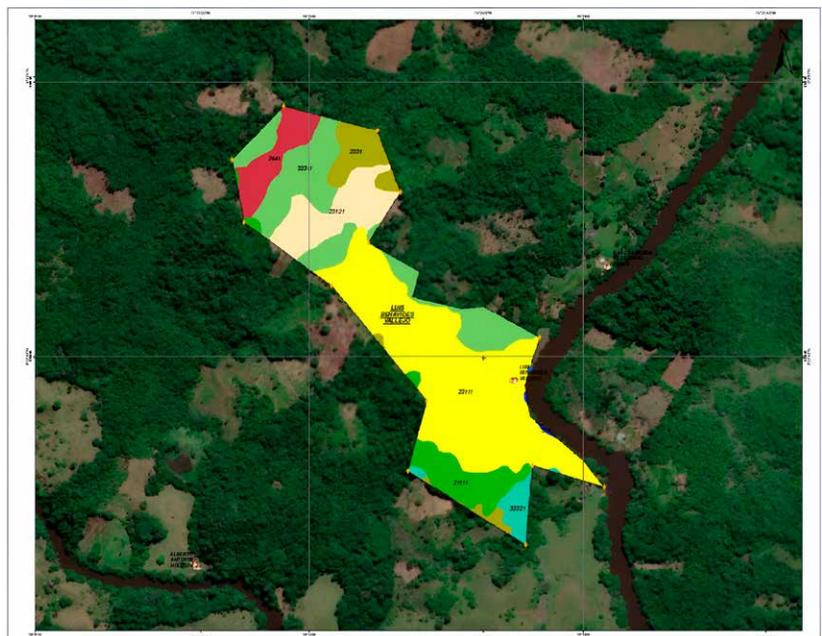
Tras los recorridos en los predios, los propietarios pudieron ver los puntos tomados y se observó que los dibujos a mano alzada de sus fincas se parecían al croquis de la ubicación de los puntos tomados proyectados en el programa Base Camp (Figura 34).

Como resultado de este proceso de trabajo comunitario, hoy por hoy, se cuenta con la Zonificación Agroambiental de 918 hectáreas, 170 familias con planificación predial de sus predios donde, y 177 mapas de zonificación agroambiental e igual número de uso actual del predio. La Figura 35, es un ejemplo de un mapa de zonificación, donde se puede detallar como insumos principales la interpretación de las coberturas de la tierra a nivel del predio detalles particulares de cada predio, como los límites y la ubicación de elementos, tales como la casa. En la elaboración de estos mapas, se dejó la imagen actualizada de fondo, para corroborar las coberturas contenidas y las contiguas principalmente.

Figura 35. Mapa de zonificación predial en ZRC Perla Amazónica

COBERTURA DE LA TIERRA AÑO 2020

TIPO	S	COBERTURA	Área (ha)	Área (%)
Bosques Naturales		31111 Bosque denso alto de tierra firme	2.0	8.18%
		511 Ríos	0.0	0.19%
Otras Coberturas		2441 Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	1.6	6.39%
		2331 Pasto enmalezado de tierra firme	1.6	6.38%
Pastizales		23111 Pasto limpio denso de tierra firme	11.0	45.03%
		23121 Pasto limpio abierto de tierra firme	2.5	10.32%
		32311 Vegetación secundaria alta de tierra firme	5.0	20.52%
Vegetación Secundaria		32321 Vegetación secundaria baja de tierra firme	0.7	2.98%
Área total de la finca según cartografía social			24.4	100.00%



Seguimiento a acuerdos en ZRC ADISPA Perla Amazónica

El Módulo de Seguimiento al Cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación de Bosque (MoSCAL) hace parte del SIATAC (Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana). Con el SIATAC y el MoSCAL el Instituto SINCHI avanza en el cumplimiento de las funciones misionales asignadas mediante el Decreto 1603 de 1994 relacionado con la gestión de la información ambiental de la Amazonia colombiana.

El propósito del MoSCAL es realizar el monitoreo de los acuerdos de conservación de bosques a nivel predial; en una primera fase del MoSCAL los acuerdos monitoreados fueron solamente suscritos entre el SINCHI y algunas asociaciones de productores campesinos, actualmente se están integrando al monitoreo acuerdos suscritos por otras entidades.

El MoSCAL se destaca por su enfoque integral de seguimiento, que se traduce en la actualización semestral de la caracterización del área de estudio. Además, plantea la implementación de un seguimiento trimestral, conocido como “alerta temprana”, que tiene como finalidad identificar cualquier alteración en la cobertura del bosque, como deforestación y quemadas.

El monitoreo del cumplimiento de los acuerdos se hace mediante 21 variables, que se convierten en 15 indicadores de cambio; aun cuando los acuerdos se suscriben a nivel predial, el monitoreo y seguimiento se hace también al territorio de la asociación, o a las Unidades Espaciales de Referencia (UEF) como Núcleos de Desarrollo Forestal, en las cuales están contenidos los predios.

La operación del MoSCAL se apoya en una plataforma informática que emplea diversas herramientas tecnológicas, como un portal web, un sistema workflow¹ y herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) como ArcGIS pro (ESRI, 2023), bases de datos en Postgres, entre otras. Esto asegura que la información generada sea transparente, abierta, interoperable y constantemente actualizada, permitiendo una gestión eficiente y una toma de decisiones basada en datos concretos.

Cabe destacar que el Instituto SINCHI ha suscrito un convenio con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Este acuerdo involucra el monitoreo con el MoSCAL de los acuerdos de conservación de bosques con las Asociaciones ADISPA, Asoprepec y CorpoYari. Para ADISPA se ha generado la línea base (julio 2019) y actualizaciones semestrales del monitoreo hasta enero de 2023; para las otras dos asociaciones se tiene un proceso vigente y la información generada es la línea base julio 2018 de bosque no bosque y coberturas de la tierra, y la línea base enero 2019 de la información de bosque no bosque.

Localización de las zonas monitoreadas

La Asociación ADISPA se encuentra ubicada en el departamento de Putumayo, en el municipio de Puerto Asís, corregimiento de la Perla Amazónica (Figura 1). En la actualidad, esta Asociación tiene una superficie de 22.864 hectáreas, y la cantidad de predios con acuerdos de conservación de bosques es de 184.

¹ Es una secuencia de tareas interconectadas que siguen un proceso específico para lograr un objetivo. Puede ser manual o automatizado y es fundamental para la eficiencia y la gestión de procesos en diversas áreas.

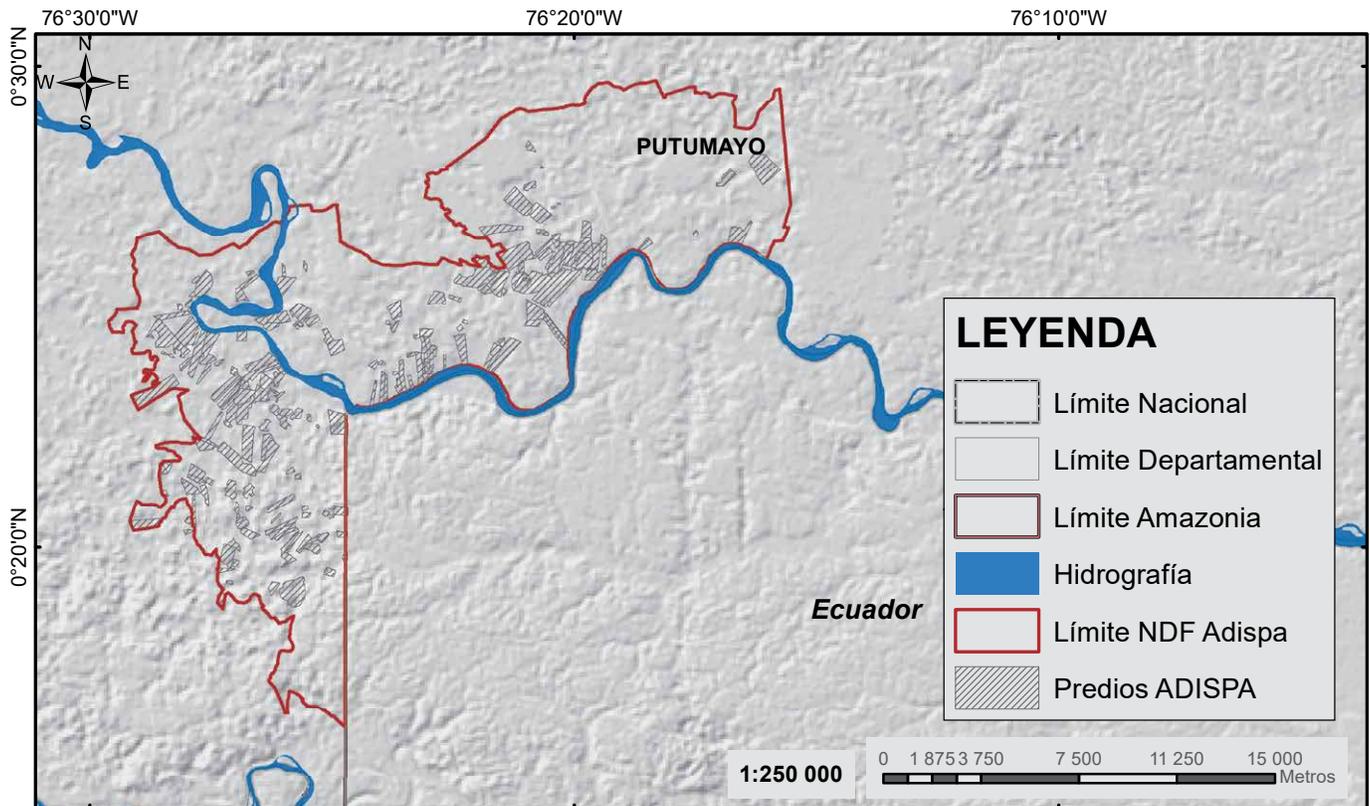


Figura 36. Localización de predios en el territorio de la Asociación ADISPA.

Fuente. Laboratorio SIG-SINCHI, 2023.

Variables de línea base

La caracterización ambiental del territorio de la Asociación ADISPA inicio con 21 variables divididas en grupos temáticos que proporcionan una mirada más profunda de las dinámicas del territorio. A continuación, se presentará un breve análisis de los resultados de las variables en cuestión, seguido por la exposición de los valores de las variables seleccionadas para las tres diferentes asociaciones.

Para el caso de ADISPA se puede notar una tendencia general en la disminución de la superficie de bosque a lo largo de los registros semestrales desde 2019 hasta 2023. El área inicial de bosque reportada en julio 2019 fue de 8.697 hectáreas, disminuyendo gradualmente hasta 8.204 hectáreas en enero de 2023 con una pérdida de 493 hectáreas. Lo anterior, puede estar relacionado con una serie de factores asociados a las actividades socioeconómicos de la región como la expansión de cultivos de coca y la infraestructura vial, conllevando a un proceso de fragmentación de las coberturas de la tierra.

Indicadores de seguimiento Asociación ADISPA Perla Amazónica.

Los indicadores incluidos en el MoSCAL, representan el estado de dichos acuerdos dentro de las UER; lo cual sirve como herramienta para la toma de decisiones dependiendo de la temporalidad misma del dato. Para la Asociación ADISPA los indicadores evaluados se presentan en las Tablas 15 y 16.

Como se menciona anteriormente, la Asociación de ADISPA evidencia una significativa disminución en la cobertura de bosque. Al analizar los datos presentados en la Tabla 15 la pérdida total durante los periodos de medición alcanza un 5,67%, lo que equivale a una pérdida de 493 hectáreas, en los tres años y medio de medición.

Tabla 14. Variables Asociación ADISPA.

Nombre Variable	Unidad	Periodo/Valor Variable							
		Jul 2019	Ene 2020	Jul 2020	Ene 2021	Jul 2021	Ene 2022	Jul 2022	Ene 2023
Superficie de Bosque	ha	8.697	8.634	8.540	8.486	8.454	8.334	8.295	8.204
Superficie de Pasto	ha	6.489	6.915	7.200	7.292	7.496	7.805	7.916	8.098
Superficie de vegetación secundaria	ha	6.884	6.535	6.338	6.261	6.137	5.971	5.898	5.785
Grado de fragmentación	%	65,2	65,2	65,5	65,4	64,4	64,7	64,8	77,4
Índice de conectividad	ha	4.507	3.394	3.143	3.133	3.093	2.934	2.896	2.847
Área de Reserva forestal de la Amazonia Ley 2ª.	ha	0	0	0	0	0	0	0	0
Área de estrato de intervención alta	ha	15.390	15.390	15.668	15.668	15.668	15.668	15.668	16.031
Área de estrato de intervención baja	ha	1.123	1.123	961	961	961	961	961	429
Área de estrato de intervención media	ha	5.827	5.827	5.810	5.810	5.810	5.810	5.810	6.130
Área de estrato de intervención nula	ha	524	524	424	424	424	424	424	274
Área de enclave agropecuario	ha	0	0	0	0	0	0	0	0
Área de Paisaje Agropecuario continuo	ha	17.248	17.248	17.391	17.391	17.391	17.391	17.391	17.555
Área de no agropecuario	ha	5.616	5.616	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.308
Área de cultivos de coca	ha	600	600	592	806	806	806	806	806
Área en desarrollo para el sector hidrocarburos	ha	20.834	20.834	20.834	20.834	20.834	20.834	20.834	20.834
Área en desarrollo para el sector minero	ha	0	0	0	0	0	0	0	0
Longitud Vial	km	36	40	42	43	45	49	52	52
Promedio del tamaño de los predios con firma de acuerdo	ha	17	17	17	17	17	17	17	17
Cantidad de puntos de calor	Puntos	4	8	13	14	11	13	11	14
Área de cicatrices de quema	ha	56	5	5	16	11	0	0	14

Fuente: SIATAC Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (2023).

Este fenómeno puede atribuirse a varios factores; pérdida de vegetación secundaria (1099 hectáreas), aumento en áreas cubiertas por pasto (1609 hectáreas) y presencia de puntos de calor; presentando finalmente variaciones en la fragmentación y conectividad del paisaje.

Un aspecto de particular relevancia es la observación de un incremento significativo en la cantidad de focos de calor durante el período comprendido entre julio de 2022 y enero de 2023, que constituye el máximo registrado en los 3,5 años de medición. Este aumento en la cantidad de focos de calor podría estar relacionado con cambios en las condiciones climáticas, factores que aumentan la probabilidad de incendios forestales y, en consecuencia, la cantidad de focos de calor. Además, la expansión de las áreas cubiertas por pasto, mencionada anteriormente, puede estar vinculada a prácticas de quema agrícola utilizadas en la preparación de pastizales, lo que a su vez contribuye al incremento en el área de cicatrices de quema.

Otro factor que ha experimentado un incremento es la extensión de vías terrestres, que pasaron de 36 kilómetros en julio de 2019 a 52 kilómetros en enero de 2023, representando un aumento del 44%. Es importante destacar que diversos análisis han asociado este tipo de infraestructura con los procesos de deforestación y cambios en el uso del suelo.

Tabla 15. Porcentaje (%) de conservación de bosque.

Asociación	Indicador	Unidad	Periodos/Valor						
			Jul2019_ Ene2020	Jul2019_ Jul2020	Jul2019_ Ene2021	Jul2019_ Jul2021	Jul2019_ Ene2022	Jul2019_ Jul2022	Jul2019_ Ene2023
ADISPA	Porcentaje de conservación de bosque por Asociaciones	%	99,27	98,19	97,58	97,21	95,82	95,38	94,33

Fuente: SIATAC Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (2023).

Tabla 16. Indicadores de seguimiento semestral Asociación ADISPA.

Indicador	id	Unidad	Periodos/Valor						
			Jul2019_ Ene2020	Ene2020_ Jul2020	Jul2020_ Ene2021	Ene2021_ Jul2021	Jul2021_ Ene2022	Ene2022_ Jul2022	Jul2022_ Ene2023
Porcentaje de cambio de cobertura de Bosque a Pasto	1	%	0,6	1,3	0,9	1,0	1,9	1,2	1,7
Porcentaje de cambio de cobertura de Pasto a Vegetación secundaria	2	%	0,2	1,9	0,3	0,5	0,0	1,1	0,0
Porcentaje de cambio de cobertura de Vegetación secundaria a Bosque	3	%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Promedio de Focos de Calor	4	Promedio	2,0	3,5	4,5	4,2	4,0	4,0	8,0
Pérdida de Bosque en la Zona de Reserva Forestal	5	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Conservación de la conectividad en las coberturas naturales	6	%	75,3	92,6	99,7	98,7	94,8	98,7	98,3
Variación en el área destinada a cultivos de coca	7	ha	0	-9	215	0	0	0	0
Variación en el área de Cicatrices de Quema	8	ha	-51	0	11	-4	-11	0	14
Variación en el índice de fragmentación de las coberturas naturales	9	%	0,0	0,2	0,0	-1,1	0,4	0,1	12,6
Variación en la Longitud vial	10	km	3,6	2,2	0,7	2,6	3,5	2,7	0,0
Variación en las áreas destinadas al desarrollo del sector de hidrocarburos por su tipo	11	ha	0	0	0	0	0	0	-20.834
Variación en el área destinada al desarrollo del sector minero	12	ha	0	0	0	0	0	0	0
Variación en el área de Pasto	13	ha	426	285	92	204	309	111	182
Variación en el área de Vegetación Secundaria	14	ha	-349	-197	-77	-124	-166	-73	-113

Fuente: SIATAC Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (2023).

Seguimiento a los acuerdos de conservación predios

Para el año 2023 en la Asociación ADISPA existen acuerdos de conservación de bosque para 184 predios, y para estos predios como para todo el territorio de la Asociación se hace monitoreo con 15 indicadores del MoSCAL.

En cuanto a la conservación de bosques, un total de 100 predios (54,3 %) conservan entre el 80 y el 100% del periodo monitoreado de julio 2019 a enero 2023, lo que significa un nivel alto de conservación del bosque. Cabe destacar que la extensión total de estos predios es de 3.204 hectáreas, de las cuales 950 hectáreas (29,6%) constituían la línea base de bosque en el inicio de las mediciones. Sin embargo, a medida que ha transcurrido el tiempo, se ha registrado una disminución en la cobertura forestal de los predios, llegando a 882 hectáreas en la última medición, lo que representa una pérdida de 68 hectáreas (7,16%) de bosque en un periodo de tiempo de 3,5 años de seguimiento.

Además, al analizar los datos sobre la variación de pastos y vegetación secundaria, se observa que la mayoría de los predios mantienen una estabilidad. Para el caso de variación de pastos se evidencia que el 83,2% de los predios no presentaron cambios en el área dedicada a pastos para el último periodo de medición. Sin embargo, el 15,2% representa un aumento en el área destinada a pastos, lo que posiblemente responde a la pérdida de los bosques ubicados en los predios que hacen parte del acuerdo de conservación.

Para el caso de la vegetación secundaria, de manera similar, durante el periodo de julio de 2022 a enero de 2023, el 87% de los predios en acuerdo se mantienen sin variación de área, mientras que el 12,5% presento una disminución en la extensión de esta cobertura dentro de los predios.

Conclusiones

La Asociación ADISPA perdió 493 hectáreas de bosques en el periodo monitoreado de julio 2019 a enero 2023 como resultado de procesos de deforestación y cambios en el uso de la tierra, lo que pone de manifiesto la necesidad de abordar estos problemas para la conservación del bosque y la sostenibilidad del entorno.

Respecto a los predios con acuerdos de conservación de bosque, aunque el indicador principal refleja que más de la mitad del número total de predios con acuerdos conservan un nivel elevado de bosque en pie, es necesario promover cambios en el actual uso y ocupación del territorio, el cual se basa en la ganadería extensiva, lo anterior con el objetivo de fomentar economías que prioricen prácticas sostenibles.

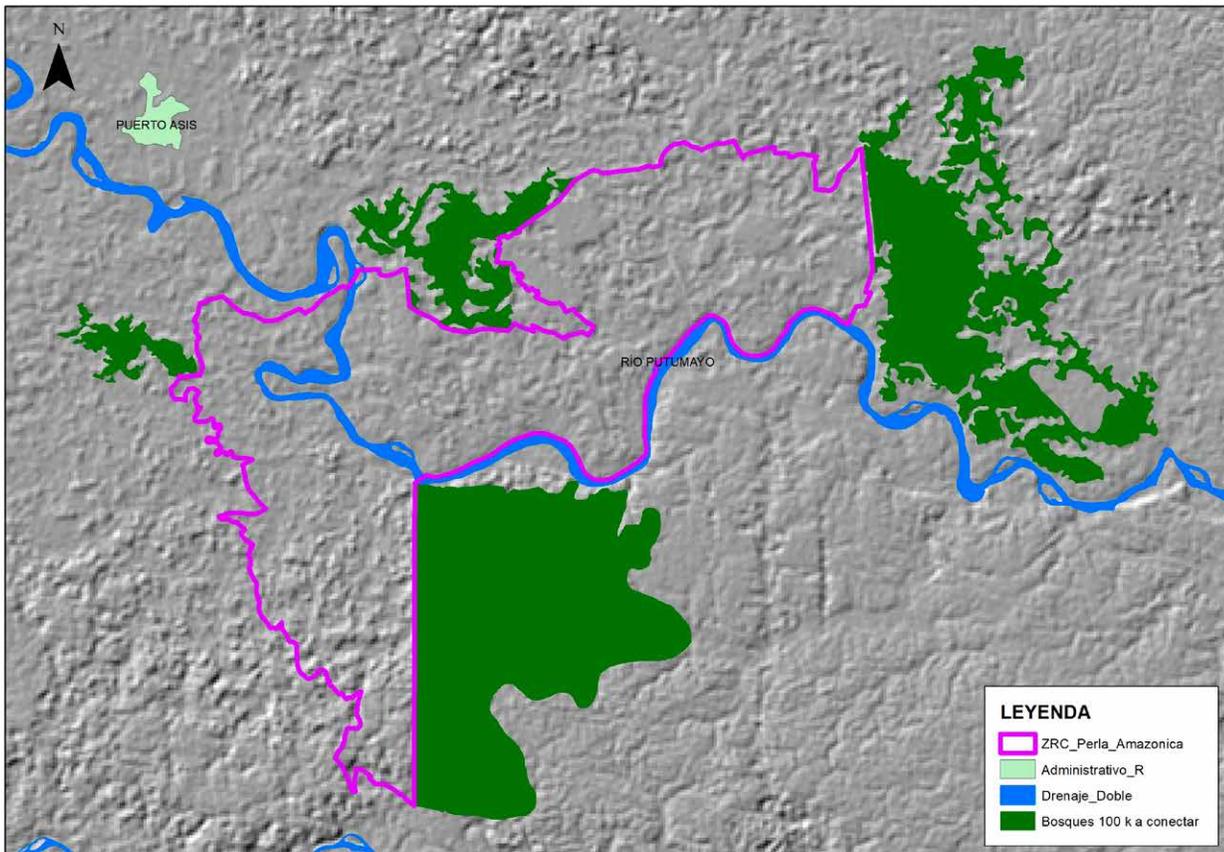
Por su parte, la tendencia detectada de aumento continuo de las áreas de pastos y la pérdida de vegetación secundaria señala temas en los que se debe hacer mayor énfasis para cambiar esas tendencias, y que se propicien transiciones agroecológicas en el territorio.

Conectividad funcional en la ZRC Perla Amazónica

Para el análisis de conectividad fue necesario incluir los bosques aledaños al área de estudio, dado esto por la interpretación de coberturas a escala 1:100.000, utilizada para definir las áreas fuente a conectar para obtener los corredores de conectividad ecológica (Figura 37).

Figura 37: Área de estudio para conectividad en ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Presente análisis con base en PDS Perla Amazónica, 2012

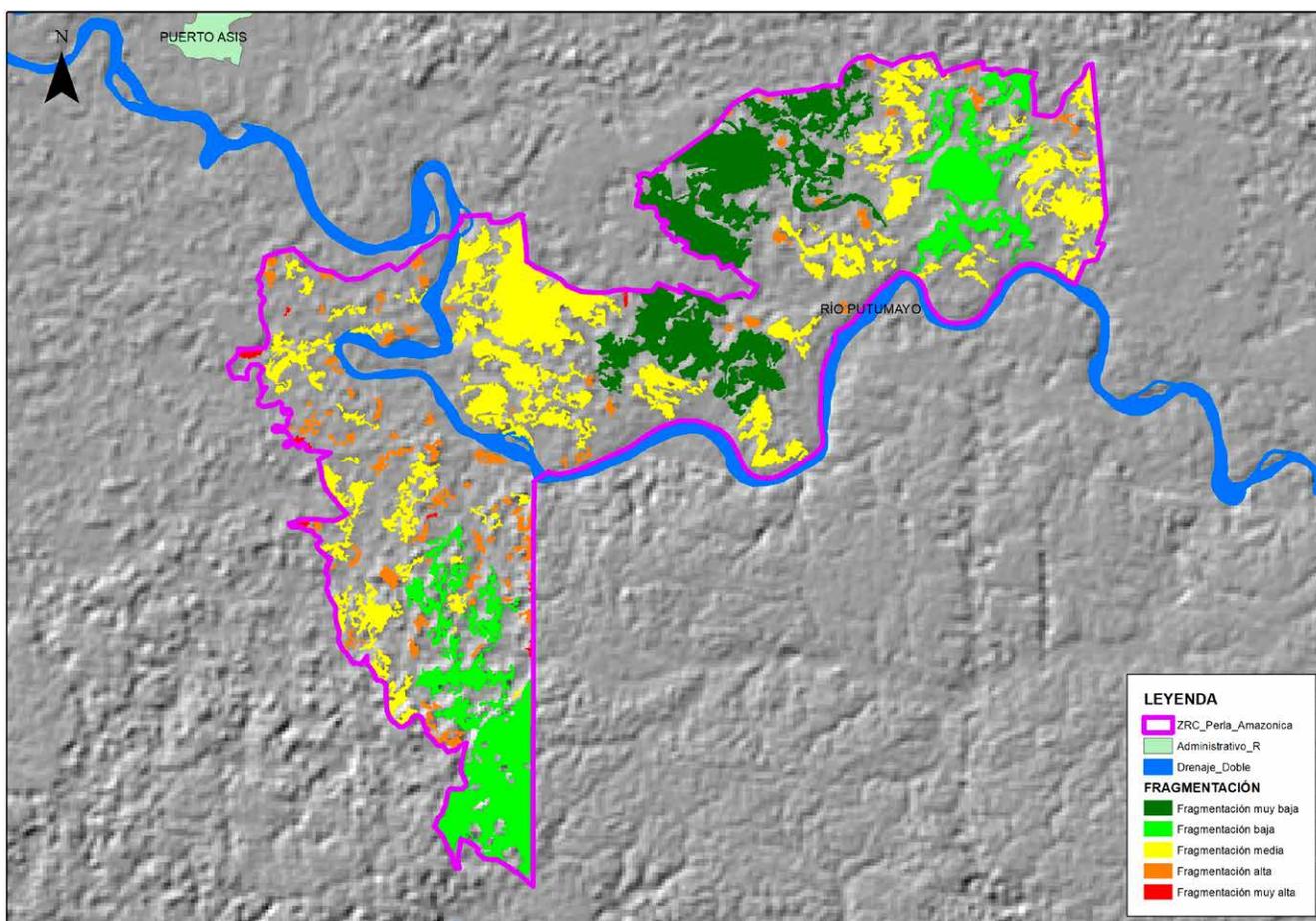


- **Fragmentación de Bosques:** En esta metodología se realizó un análisis de las métricas del paisaje para los fragmentos de bosque del área de estudio (Figura 38).
- **Conectividad Ecológica / Especies de interés para el análisis de la conectividad del área:** Un mismo paisaje es percibido de manera diferencial por distintas especies (o procesos) debido a que las condiciones de distancia de dispersión varían y la preferencia de rutas de movimiento y selección de hábitat o sitios de paso dependerá también de otras variables, tales como la disponibilidad de alimento, competencia intra e interespecífica, presencia de predadores, rasgos de comportamiento y factores aleatorios entre otros. Al igual que cualquier modelo, el análisis de grafos simplifica la realidad seleccionando las variables que resultan más importantes en la conectividad. El resultado y su correspondencia con las condiciones del paisaje se mejoran en la medida en que se incluye información de las especies acerca de las preferencias o selección de fragmentos como hábitat (lo cual se incorpora en la metodología a través de los valores de calidad de hábitat de los fragmentos o nodos) y datos del movimiento de los individuos a través del paisaje (incorporado como datos de distancias de dispersión y/o en la superficie de resistencia al movimiento. En este caso la información se obtuvo de la bibliografía.

Con el fin de comparar los resultados en diferentes áreas de interés del proyecto, el análisis de conectividad se realizó con especies focales comunes a las reportadas en los departamentos del Guaviare 2016 y Caquetá 2017. En este departamento se reporta (Yara, 2015) que la fauna de cacería se concentra en 36 especies, de las cuales las 6 más importantes para la extracción son mamíferos: los gures o armadillo (*Dasypus kappleri* y *Dasypus novemcinctus*), la lapa (*Cuniculus paca*), el ñeque o chaqueto (*Dasyprocta fuliginosa*), el zaíno (*Pecari tajacu*) y el cajucho (*Tayassu pecari*), siendo la lapa, el gurre y el cajucho las especies predilectas cazadas por un mayor número de personas.

Figura 38: Fragmentación de bosque en ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Presente proyecto.



Para el presente estudio se realizó un taller en las veredas Chufiyá y Bajo Cuembí (Perla Amazónica, Putumayo), en el cual se presentó la metodología de los análisis de conectividad con treinta habitantes de la zona, 15 por vereda, sabedores y conocedores de la fauna existente, posterior a esta presentación se realizaron las encuestas de presencia/ausencia de fauna, de manera individual. En estas encuestas se presentaron 48 imágenes de especies de mamíferos y aves del departamento del Putumayo. En las encuestas, se debía relacionar, datos personales, Proveniencia, ¿Dónde vive, Cuanto tiempo lleva viviendo allí, Que trabajo desempeña actualmente, ¿Realiza algún tipo de extracción o uso actual de la fauna silvestre de los parches de bosque?, si la respuesta es sí, se llenan los siguientes campos: al salir de cacería ¿A qué sitio prefiere ir y por qué?, Qué caza frecuentemente?, Qué prefiere cazar. Finalmente se requiere que se identifique la fauna observada (SI) y la no observada (NO) y se relacione en una tabla, con el número de la ficha presentada para cada especie animal.

En las encuestas se debía relacionar, datos personales, Proveniencia, ¿Dónde vive, Cuanto tiempo lleva viviendo allí, Que trabajo desempeña actualmente, ¿Realiza algún tipo de extracción o uso actual de la fauna silvestre de los parches de bosque?, si la respuesta es sí, se llenan los siguientes campos: al salir de cacería ¿A qué sitio prefiere ir y por qué?, Qué caza frecuentemente?, Qué prefiere cazar. Finalmente se requiere que se identifique la fauna observada (SI) y la no observada (NO) y se relacione en una tabla, con el número de la ficha presentada para cada especie animal.

Como resultado se obtiene el total de presencia y de ausencia de fauna, el número máximo de presencia o ausencia será 30 ya que son 30 los encuestados por tanto si se ha visto el individuo por todos los asistentes dará 30 el resultado para este individuo y así con las ausencias, como resultados (Tabla 17), se obtuvo que las especies de fauna con mayor presencia en la zona son:

- Lapa (*Cuniculus paca*): 30 registros de presencia
- Armadillo (*Dasypus novemcinctus*): 29 registros de presencia
- Zaíno (*Pecari tajacu*): 29 registros de presencia
- Espuelón (*Dasypus kappleri*): 29 registros de presencia
- Leoncito, bebe-leche (*Leontocebus nigricollis*): 29 registros de presencia
- Tití, mono fraile, mono ardilla, chichico, jijillo (*Saimiri cassiquiarensis*): 29 registros de presencia
- Guacharaca (*Ortalis guttata*): 29 registros de presencia
- Pava (Penelope jacquacu)
- Guara, picure, chaqueto (*Dasypus fuliginosa*): 28 registros de presencia
- Cola de trapo (*Cabassous unicinctus*): 28 registros de presencia
- Araguato, Aullador (*Alouatta seniculus*): 28 registros de presencia
- Perezoso de 3 dedos, perico (*Bradypus variegatus*): 28 registros de presencia
- Cuerpo espín, erizo (*Coendou prehensilis/melanurus/pruinus/ichillus*): 28 registros de presencia
- Guache, cusumbo solo, coati (*Nasua nasua*): 27 registros de presencia
- Gallineta (*Tinamus major*): 27 registros de presencia
- Cajuche (*Tayassu pecari*): 26 registros de presencia
- Mico maicero (*Sapajus apella (S. macrocephalus)*): 26 registros de presencia

Tabla 17. Resultados encuestas presencia/ausencia de fauna en el departamento del Putumayo.

Si	No	Ficha	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
30	0	1	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Lapa, boruga, guagua, paca, tinajo
24	6	2	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Myoprocta acouchy/pratti</i>	Tintín (acouchy es rojizo y pratti es verdoso)
28	2	3	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Guara, picure, chaqueto
19	12	4	Mammalia	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Danta, danto
28	3	5	Mammalia	Ariodactyla	Cervidae	<i>Mazama murelia</i>	Venado gris
26	3	6	Mammalia	Ariodactyla	Cervidae	<i>Mazama zamora</i>	Venado colorado
29	1	7	Mammalia	Cingulata	Dasyrodidae	<i>Dasyrops kappleri</i>	Espuelón
29	1	8	Mammalia	Cingulata	Dasyrodidae	<i>Dasyrops novemcinctus</i>	Gurre, cachicamo, armadillo
28	2	9	Mammalia	Cingulata	Dasyrodidae	<i>Cabassous unicinctus</i>	Cola de trapo
26	4	10	Mammalia	Ariodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	Cajuche, tropero, tatabro, cha-charo, puerco
29	1	11	Mammalia	Ariodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Saino, cerrillo, jabalí
23	7	12	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso palmero, hormiguero
27	3	13	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Oso, oso mielero
25	4	16	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Zorra, wasobiro, taira, ulamá, comadreja
25	4	23	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo, ocelote, canaguaro
14	14	24	Mammalia	Primates	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	Mico cariblanco
26	2	25	Mammalia	Primates	Cebidae	<i>Sapajus apella (S. macrocephalus)</i>	Mico maicero
28	1	26	Mammalia	Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Araguato, aullador
		27A	Mammalia	Primates	Pitheciidae	<i>Cheracebus lugens</i>	Waicoco, viudita (manos blancas)
		27B	Mammalia	Primates	Pitheciidae	<i>Cheracebus lucifer</i>	Tocón, zogui-zogui
24	6	27C	Mammalia	Primates	Pitheciidae	<i>Cheracebus medemi</i>	Viudita, macao (manos negras)
29	0	28A	Mammalia	Primates	Callitrichidae	<i>Leontocebus nigricollis</i>	Leoncito, bebe-leche
		28B	Mammalia	Primates	Callitrichidae	<i>Leontocebus fuscus (Saguinus fuscicollis)</i>	Bebe-leche, chchico boquiblanco
		28C	Mammalia	Primates	Callitrichidae	<i>Saguinus inustus</i>	Diablito, jijillo negro, bebe-leche, chichico
23	1	29	Mammalia	Primates	Atelidae	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Churuco, caparro
12	19	30	Mammalia	Primates	Atelidae	<i>Ateles beizebuth</i>	Mono araña, marimba, maqui-zapa
20	10	31	Mammalia	Primates	Actidae	<i>Aotus spp.</i>	Mono nocturno
29	1	32	Mammalia	Primates	Cebidae	<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Titi, mono fraile, mono ardilla, chichico
27	3	34	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Guache, cusumbo solo, coati
17	13	35	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar, tigre, tigre mariposo
12	19	36	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo
27	3	38	Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Gallineta
20	10	42	Aves	Gruiformes	Psophiidae	<i>Psophia crepitans</i>	Tente
14	16	43	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Crax olector</i>	Paujil culiblanco
11	18	44	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Mitu tomentosum</i>	Paujil culirojo
29	1	46	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Guacharaca
29	1	47	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava
23	7	70	Mammalia	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Chigüiro, capibara, ponche
28	2	71	Mammalia	Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de 3 dedos, perico
27	3	72	Mammalia	Pilosa	Megaloychidae	<i>Choloepus didactylus</i>	Perezoso de 2 dedos, perezoso grande
28	0	75	Mammalia	Rodentia	Eretrizortidae	<i>Coendou prehensilis/melonurus/pruinus/ichillus</i>	Cuerpo espín, erizo

Fuente: Presente proyecto

En los análisis de conectividad, los mamíferos terrestres son usados con frecuencia como especies focales ya que son particularmente sensibles a las barreras del paisaje, especialmente a infraestructuras como las vías; así mismo, las zonas de movimiento o conexiones entre hábitats de esta fauna suelen ser usadas por múltiples especies y flujos ecológicos (Gurrutxaga y otros 2011). De otro lado, los mamíferos de tamaño mediano pueden ser particularmente susceptibles a los cambios en el paisaje y pueden ser un indicador de la degradación del hábitat (Gutiérrez y otros 2016). Estas características, sumadas a la presión sobre las poblaciones animales por la caza y al servicio ambiental que prestan a los habitantes de la zona llevó a utilizar como especies focales algunas de las especies de fauna sometidas a la actividad extractiva. De las 17 especies de mayor presencia identificadas en las encuestas (Figura 39, 40, 41 y 42) se seleccionaron 4 teniendo en cuenta la disponibilidad de información, que sean comunes a las utilizadas en otros estudios y las distancias de dispersión para tener análisis con especies de distancias de dispersión cortas y largas: La especie de gurre de nueve anillos (*Dasypus novemcinctus*) y la lapa (*Cuniculus paca*) analizadas conjuntamente como especies de distancias de dispersión corta; el Cerrillo (*Pecari tajacu*) de dispersión media y el Zaino (*Tayassu pecari*) con distancias de dispersión más amplias. Los requerimientos de hábitat y rangos de movimiento para estas especies fueron obtenidos de la literatura:

- **Gurre o Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*):** A nivel global, se distribuye en Estados Unidos, México, Centro América, Sudamérica hasta el Norte de Argentina, las Antillas (y Trinidad y Tobago. En Colombia se encuentra en los llanos orientales, las costas Atlántica y Pacífica, la región Andina y selvas del Amazonas, entre los 0 y los 1500 msnm o más (IAvH, 2011). El hábitat de los armadillos se encuentra asociado generalmente a los bosques, con vegetación densa, cerca de cuerpos de agua (Goulart y otros 2009; IAvH, 2011) y las zonas pantanosas, excavando madrigueras es remansos de los ríos y matorrales (IAvH, 2011). En la Amazonia brasilera se encuentra en fragmentos pequeños de bosque siempre y cuando tengan dosel (no en áreas de vegetación arbustiva). Se han registrado áreas territoriales bajas de 2.5 a 3.4 hectáreas (McDonough, 2000 en: Yara, 2015), por lo que se deduce que no recorren grandes distancias para pasar de un parche a otro (Yara, 2015). Los Armadillos son capaces de nadar grandes distancias (McBee y Baker, 1982) e incluso caminar para cruzar cuerpos de agua angostos y muy poco profundos (McBee y Baker, 1982). Mediciones de las diferencias en la ubicación entre avistamientos de un mismo individuo en Florida muestran que los armadillos se mueven en cerca de 200 m con valores promedios registradas de 156,2 m en un mismo año, 210,1 y 231,4m entre diferentes años (Loughry y McDonough, 1998).



Figura 39. Gurre o Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*).

Fuente: <https://www.inaturalist.org/taxa/47075-Dasypus-novemcinctus>

- **Lapa (*Cuniculus paca*):** Se encuentra principalmente en bosque con una alta densidad de árboles (Goulart y otros 2009; Jax y otros 2015) y su distribución está asociada a cuerpos de agua (Goulart y otros 2009; Valsecchi y otros 2014; Jax y otros 2015). En Belice se observó que cuando el hábitat de bosque es inaccesible debido a las inundaciones, las pacas prefieren un hábitat de sabana con vegetación densa en lugar de la sabana con pastos más abiertos (Gutiérrez y otros 2016). Respecto al movimiento, Weckel y otros 2006 en: Valsecchi y otros 2014) encontró que las pacas siguen rutas cortas, lejos de caminos utilizados por el hombre.

Figura 40. Lapa (*Cuniculus paca*).

Fuente: <https://www.inaturalist.org/taxa/74257-Cuniculus-paca>



- **Zaíno (*Pecari tajacu*):** Se encuentra desde los 0 a los 2.000 m.s.n.m. en los bosques, aunque también se pueden observar en pastizales y sabanas y matorrales, puesto que se adaptan muy bien a hábitats perturbados (IAvH, 2009).

Figura 41. Zaíno (*Pecari tajacu*).

Fuente: <https://www.inaturalist.org/taxa/42113-Pecari-tajacu>



- **Cajucho o Cafucho (*Tayassu pecari*):** En Colombia se encuentra en los Llanos Orientales y la Amazonia, entre los 0 a 1800 msnm. Habita en el bosque húmedo tropical, aunque también pueden encontrarse en sabanas, pero siempre cerca de cuerpos de agua. Viven en rebaños que van desde cinco individuos hasta 200 o más; son activos en la noche y viajan largas distancias (IAvH, 2012).



Figura 42. Cajucho o Cafucho (*Tayassu pecari*).

Fuente: <https://www.inaturalist.org/taxa/42115-Tayassu-pecari>

Adicionalmente se analizó la disponibilidad de información, las distancias de dispersión, el Home range y el área crítica de tres especies de primates que arrojaron valores altos de presencia en las encuestas (Tabla 15), Mico maicero (*Sapajus apella*), Leoncito o bebe-leche (*Leontocebus nigricollis*) y Tití, mono fraile (*Saimiri cassiquiarensis*), con el objetivo de incluir en próximos análisis un primate para tener datos de conectividad con especies de movilidad arbórea, se eligió el Mico maicero (*Sapajus apella*) (figura 43) como especie de dispersión media, ya que para las otras dos especies no se cuenta con la información de Home range y área crítica (Tabla 16).

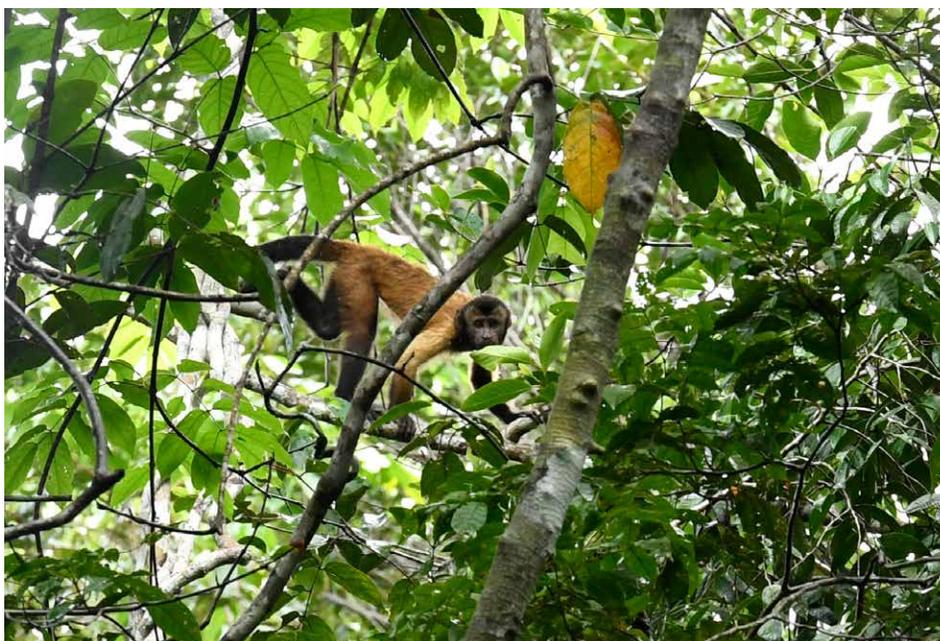
- **Mico maicero (*Sapajus apella*) distribución geográfica.** En Colombia, *Sapajus apella* se encuentra en la Amazonia, con unas excepciones de aislamiento, y en las tierras bajas del piedemonte amazónico de la cordillera Oriental, donde alcanzan una altura de por lo menos 1300 msnm. No se encuentra en algunas áreas bien definidas en el oriente del Vichada (Defler, 1985a), el alto Cahuinari (Amazonas), la mayoría del trapecio amazónico colombiano y el norte de Arauca, donde es desplazado ecológicamente por *Cebus albifrons*. Penetran en el alto valle del alto río Magdalena en el departamento del Huila hasta una altura de 2700 msnm en la región de San Agustín, y en la región de Tierradentro en el departamento del Cauca hasta alturas de hasta 2500 m cerca de Inzá (Hernández-Camacho y Cooper, 1976). Un espécimen depositado en el Museo Británico y marcado “Tolima Mountains” (montañas del Tolima), colectado antes de 1900 por White, probablemente fue obtenido en el departamento del Huila (e.g. especímenes de *Lagothrix lagothricha lugens* coleccionados por White y marcados “Tolima” incluyen la designación latitudinal 2°20’N, que los ubica en el actual departamento del Huila); es posible que *C. apella* y *C. albifrons* puedan tener un contacto simpátrico marginal o parapátrico en este departamento. En el Vichada, *C. apella* muestra una distribución parapátrica con *C. albifrons* (Defler 2010).

Sapaju apella tiene la distribución geográfica más amplia de cualquier especie de primate neotropical. Aunque en Colombia penetra al occidente de la cordillera Oriental en el alto valle del río Magdalena, su mayor distribución está al oriente de esa cordillera y al oriente de los Andes al sur del río Arauca y Meta, por toda la Amazonia venezolana y colombiana, Guyanas, todo el oriente del Ecuador, Perú y Bolivia, el norte de Paraguay y Argentina (Defler 2010).

- **Hábitat preferente:** Se encuentra en gran diversidad de ecosistemas, desde bosque caducifolio de galería en los Llanos Orientales hasta bosque húmedo permanente (perenne), así como en aquellos de crecimiento secundario. En algunas áreas de Colombia pueden ser considerados plaga para la agricultura, pues se alimentan principalmente de cultivos de maíz (de ahí el nombre de “maicero”), caña de azúcar, cacao y árboles frutales. *Cebus apella* es generalista en cuanto al uso de hábitats; sin embargo, a diferencia de *C. albifrons*, no se desplaza ni forrajea en bosque inundado. Este comportamiento constituye una marcada diferencia (ya mostrada por Defler, 1985a) entre estas dos especies de *Cebus*. *C. apella* prefiere ambientes más húmedos en bosques semideciduos de los Llanos Orientales, mientras que *C. albifrons* utiliza más los bosques de palmas espinosas (*Bactris* spp.), las cuales crecen sobre los lechos secos y arenosos de los ríos. En la Amazonia colombiana, *C. albifrons* se halla más comúnmente en bosques que rodean colinas rocosas y los que crecen sobre arenas blancas, mientras que *C. apella* elige bosques más diversos y fértiles. Este último puede encontrarse también en bosques aislados y bosques de niebla. Pueden también cruzar áreas de vegetación muy abierta, con el propósito de desplazarse de un segmento de bosque a otro. Durante sus actividades, *C. apella* utiliza con mayor frecuencia los estratos medio y bajo del bosque (Fleagle y Mittermeier, 1980). Además, se ha observado usando cercas con vegetación y sin vegetación de diferentes alturas en los llanos orientales colombianos (Carretero-Pinzón, sin publicar).

Figura 43. Mico maicero (*Sapajus apella*).

Fuente: <https://www.inaturalist.org/taxa/496700-Sapajus-apella>



Tomando como base las observaciones y registros de fauna en bosques continuos y fragmentos en la Amazonia brasilera, Benchimol y Peres (2015) determinaron mediante modelos de regresión logística el área crítica de bosque requerida para asegurar una probabilidad mínima de ocupación de 60% por parte de diferentes especies de mamíferos, incluidas las cinco especies seleccionadas. Así mismo recopilaban información de las áreas territoriales (home range) reportadas en la literatura. Esta información se consideró para construir los modelos de conexión del área de estudio.

Tabla 18. Áreas críticas requeridas por cada especie.

Especie	Area Crítica (Ha)*	Área territorial promedio - Home Range (Ha)**
Armadillo (<i>Dasyopus novemcinctus</i>)	0,2	3,4
Lapa (<i>Cuniculus paca</i>)	9,66	2,46
Zaino (<i>Pecari tajacu</i>)	112,2	500
Cajuche (<i>Tayassu pecari</i>)	1202,3	2970
Mico maicero (<i>Sapajus apella</i>)	22,91	429

- Según datos obtenidos en la Amazonia brasilera (Benchimol y Peres, 2015) y promedio de las áreas territoriales reportados en la literatura y recopilados por los mismos autores.

* Área crítica requerida para asegurar una probabilidad mínima de ocupación del 60%, basados en modelos de regresión logística para fragmentos de bosque la Amazonia brasilera.

** De acuerdo con revisión bibliográfica (Benchimol y Peres 2015)

- Parámetros del modelo y preparación de la información:** El análisis de la conectividad del área de interés se realizó aplicando un Modelo de grafos probabilístico, para las cuatro especies definidas pertenecientes a tres rangos de dispersión (corto medio y alto). El modelo tuvo en cuenta la dificultad de atravesar la matriz para el flujo de los individuos entre los nodos mediante la construcción de una superficie de resistencia o fricción y empleando distancias medias de dispersión para estos tres grupos obtenidas de la literatura. La metodología empleada se muestra en la Figura 44.

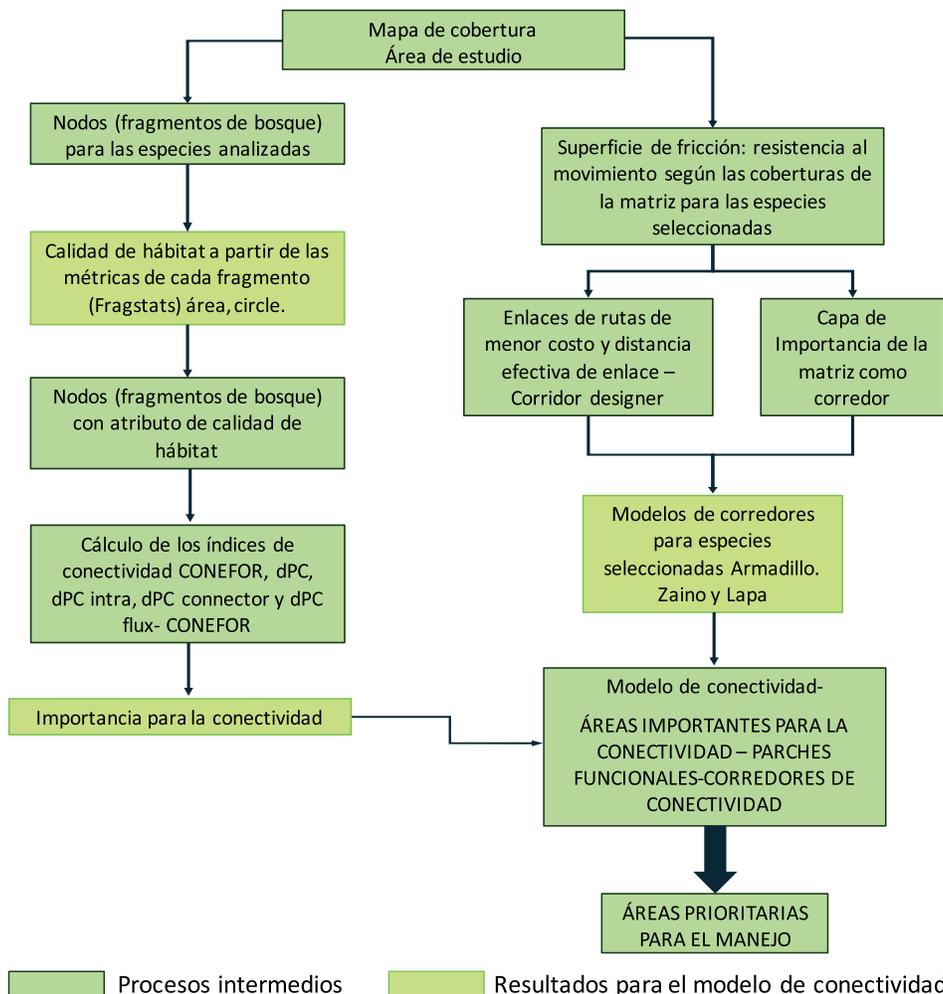


Figura 44. Esquema conceptual del proceso metodológico conectividad ecológica.

Fuente: Ciontescu (2017).

Considerando que las unidades de coberturas son un elemento del paisaje que sintetiza muchos aspectos biofísicos del territorio, se escogió las coberturas de la tierra como la unidad de análisis para la evaluación de conectividad ecológica. El área de estudio cuenta con mapa de coberturas de la tierra 2019 a escala 1:25.000, que distingue con bastante precisión las unidades naturales de las transformadas, lo que permitirá elaborar un análisis de conectividad muy preciso, en donde los espacios naturales son los principales elementos que marcaron las áreas importantes para la conectividad. Las coberturas de este mapa fueron utilizadas para definir los nodos y las superficies de resistencia.

- **Definición y calidad de los nodos:** Los nodos corresponden a los polígonos de Bosque del Mapa de Coberturas 2019 tipificados como Bosque abierto alto de tierra firme, Bosque denso alto de tierra firme, Bosque denso alto inundable heterogéneo, Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos y Bosque fragmentado alto con vegetación secundaria.

De acuerdo con los resultados de Benchimol y Peres (2015) en fragmentos de bosque de la Amazonia, estas cuatro especies son sensibles al área (especialmente el cajúche) y presentan diferentes requerimientos al respecto (Tabla 15), por lo cual el área hizo parte del atributo de cada nodo. Sin embargo, existen datos que sugieren que el borde y el área central de los fragmentos puedan influir en la calidad del hábitat. Aunque con datos de solo cuatro fragmentos, Yara (2015) estableció mediante observaciones de campo con foto trapeo que la abundancia del Armadillo o gurre puede tener una correlación positiva con la cantidad de área central del fragmento y negativa con la distancia al fragmento más cercano. Un estudio de rastros de mamíferos en un bosque de Puerto López en el Departamento del Meta señaló que las huellas y madrigueras de la lapa y el armadillo solo se encontraron en el interior de los bosques, en vez de los bordes (Guzmán y Camargo 2004). De esta forma la cantidad de área central (CORE) y de borde pueden estar influyendo en la calidad de hábitat de las especies. Teniendo en cuenta que los fragmentos más compactos tendrán una mayor área central y menos borde que los parches alargados y muy sinuosos, se incluyó una métrica de forma como parte del atributo de los nodos.

Para seleccionar la métrica de forma más apropiada, se tomó en cuenta los análisis de métricas del paisaje realizados en un área del proyecto en el Departamento de Guaviare (Vergara, 2015 en SINCHI 2016), en el que se estimaron los índices de forma (SHAPE), Radio de Giro (GYRATE), círculo circunscrito relacionado (CIRCLE) y Contigüidad (CONTIG) para 155 fragmentos de bosque. La selección de la métrica se basó en tres aspectos: i) la baja redundancia con el área, evaluada con un análisis de correlación producto –momento de Pearson (τ). ii) El significado e interpretación del índice y iii) la capacidad de discriminar fragmentos con diferente forma en el área de análisis. De estos cuatro índices, CIRCLE ($\tau=0.1$, $p=0.2678$) y CONTIG. ($\tau=0.06$, $p=0.0533$) presentaron una menor correlación con el área. Los dos tienen la ventaja de tomar valores resultantes entre 0 y 1, facilitando su interpretación y su integración en un índice compuesto, mientras que GYRATE y SHAPE pueden tomar valores de 0 a infinito, afectando demasiado la calidad de hábitat. Sin embargo, CONTIG presentó una muy baja variabilidad en los valores de los distintos parches por lo que no aporta mucha información al índice de calidad de hábitat, mientras que CIRCLE, que es una medida de la elongación total del parche (McGarigal, 2015) asignó valores diferenciales entre los fragmentos más compactos y los estrechos y alargados.

La variable CIRCLE fue estimada con el Programa FRAGSTATS 4.2.1 (McGarigal, 2015); esta métrica toma valores de 0 a 1, donde 0 representa los fragmentos más semejantes a un círculo y 1 fragmentos más lineales. Para favorecer la condición de “circularidad” que tiene un valor de 0, se utilizó el valor inverso (1-CIRCLE); de esta forma la calidad de hábitat se asignó con el siguiente valor:

$$Q_{habitat} = \text{Área (ha)} \times (1 - \text{CIRCLE})$$

Ecuación 2 Fuente: Vergara y otros 2019.

Teniendo en cuenta los requerimientos de hábitat, los nodos de cada especie corresponden a aquellos fragmentos con áreas mayores a las reportadas como críticas en el estudio de Benchimol y Peres (2015). En el caso de las especies de dispersión corta, el área crítica para el armadillo es de 0,2 ha mientras que para la lapa es de 10 ha (Tabla 15); sin embargo, casi la totalidad de los fragmentos de bosque cartografiados para el área del proyecto son mayores a 2,5 ha, cifra que coincide con el promedio de área de territorio de la lapa reportada en la bibliografía (Tabla 19). Con un enfoque conservador y para que el análisis fuese aplicable a las dos especies se tomó esta área como la mínima para definir los nodos, por lo que prácticamente todos los fragmentos fueron considerados en el modelo de estas dos especies.

- **Cálculo de las medidas de conectividad:** El cálculo de los índices o medidas de conectividad del Modelo probabilístico de grafos se realizó con la herramienta Conefor 2.6 (Saura y Torné, 2009), tomando como insumos los nodos con el valor de calidad de hábitat.

El modelo probabilístico también requiere definir la distancia de dispersión y la probabilidad a la que equivale dicha distancia, la cual será de 0,5 si se toma en cuenta la mediana de la distancia o una probabilidad mayor en caso de que se utilicen los valores máximos de dispersión

Tabla 19. Áreas territoriales promedio reportadas para determinar la distancia de dispersión

Especie	Área territorial promedio – Home Range (ha)*	Distancia de dispersión (m)**
Armadillo (<i>Dasybus novencintus</i>)	3,4	208,1
Lapa (<i>Cuniculus paca</i>)	2,46	177,0
Zaíno (<i>Pecari tajacu</i>)	500	2523,1
Cajuche (<i>Tayassu pecari</i>)	2970	6149,4
Maicero (<i>Sapajus apella</i>)	429	2337,1

* De acuerdo con revisión bibliográfica (Benchimol y Peres 2015)

** Corresponde al diámetro del área territorial promedio, si se asume una forma circular.

Los índices o métricas de conectividad estimados para cada parche y para las especies agrupadas según su distancia de dispersión fueron los siguientes:

Índices para cada fragmento

- Delta del Índice de Probabilidad de Conectividad dPC por fragmento
- Fracción dPCintra : Parta cada fragmento
- Fracción dPCflux : Parta cada fragmento
- Fracción dPCconnector: Parta cada fragmento

Tabla 20. Definición de fracciones en análisis de conectividad ecológica.

Fracción	Definición/contribución	¿Topología?	¿Caract. locales?
dPCintra	Habitat disponible proporcionado por la tesela en sí misma a través del área que contiene (Intrapatch connectivity)	No	Sí
dPCflux	Flujo a través de las conexiones de la tesela con el resto cuando ella es el punto de origen o destino de dicho flujo.	Sí	Sí
dPCconnector	Contribución de la tesela a la conectividad entre el reto, como un elemento conector o tesela puente. Sólo si tesela está en camino óptimo/más corto. Su valor depende de posibles caminos alternativos.	Sí (teselas + enlaces)	No

Fuente: Saura y Rubio 2010 Ecography en Ciontescu, (2017).

- **Superficie de fricción o resistencia:** Para incluir la matriz dentro de los análisis de conectividad se construyó una superficie de fricción o resistencia. Se tomaron en cuenta los datos de requerimientos o preferencias de hábitat encontrados en la literatura para estas especies, teniendo en cuenta las principales consideraciones:
 - Esta superficie se construyó asignando un valor de resistencia de 1 a 100 a las superficies con cobertura vegetal, donde uno representa ninguna resistencia (bosques) y 100 la resistencia máxima (Tabla 16), para las áreas sin vegetación se utilizaron valores entre 100 y 500
 - Las coberturas con mayor altura y densidad se asignaron valores de resistencia menores, los cuales fueron aumentando a medida que baja la altura y estratos de la vegetación, ya que estas especies, sobre todo el gurre, la lapa y el cajucho se encuentran asociados principalmente a vegetación densa y alta (Ver: *Especies de interés para el análisis de la conectividad*)
 - A las coberturas naturales se asignaron menores valores de resistencia que a las agropecuarias y a las artificializadas. Por ejemplo, a los herbazales sin arbustos y con arbustos y árboles se les asignó una menor resistencia que a los pastos limpios o con rastros, ya que las primeras constituyen una cobertura por las que naturalmente se han movido estas especies y podrían tener una menor influencia de actividades antrópicas.
 - Los cultivos asociados a especies arbóreas o de mayor altitud y cobertura, incluyendo la latifoliadas y las palmas se les asignó un valor de resistencia o fricción menor que el de los demás cultivos, ya que ofrecen mayor protección para el paso de las especies; existen estudios que reportan el paso de mamíferos a través de los cultivos de palmas (Pardo y Payán, 2015).
 - Los pastos limpios representan la cobertura vegetal con mayor resistencia, debido al porte bajo y abierto de la vegetación, que además representa zonas extensas de la matriz.
 - Aunque se recomienda asignar a los cuerpos de agua valores altos de resistencia (Gurrutxaga y otros 2011), ya que son considerados como barreras de dispersión para mamíferos terrestres (Cosson y otros 1999), los datos de Benchimol y Peres (2015) muestran que existen registros de la dispersión de estas especies a través de cuerpos de agua mediante nado, de hecho, los armadillos, una de las especies pequeñas, son capaces de nadar grandes distancias (McBee y Baker, 1982).
 - A las vías se asignó un valor de resistencia menor que a los tejidos urbanos, ya que es posible ver que los mamíferos cruzan estas estructuras, especialmente en estas zonas donde las carreteras son destapadas y angostas. Así mismo los tejidos discontinuos tendrían menor resistencia que los continuos, al tener elementos de coberturas vegetales mezclados.
 - El zaíno presenta una mayor adaptabilidad a las coberturas intervenidas, por lo que se asignaron valores de resistencia más bajos que las otras especies, especialmente a las coberturas secundarias y arbustos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se construyó la superficie de resistencia o fricción asignando los valores como se indica en la Tabla 18. La capa se estructuró en formato ráster, asignando un tamaño de píxel de 3m, muy similar al de las imágenes PLANETSCOPE usadas como insumo para el mapa de coberturas 1:25.000, esto con el fin de evitar que se perdieran elementos lineales, principalmente las vías.

Tabla 21. Valores asignados a las coberturas para construir la superficie de resistencia.

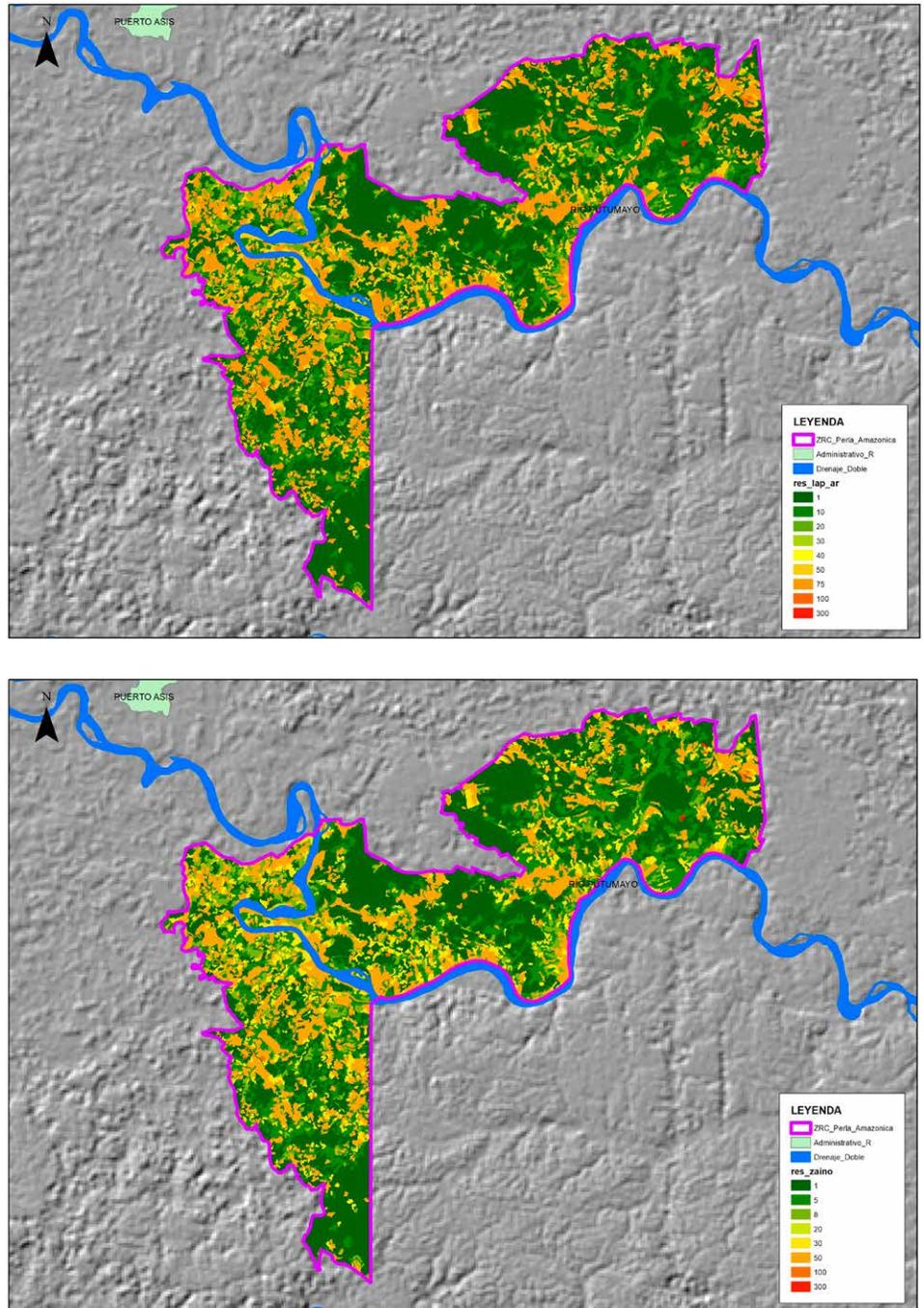
Clase de cobertura	Coberturas de la Tierra Mapa 1:25.000	Resistencia Lapa, armadillo, Cajucho	Resistencia Zaíno
Bosques	Bosque denso alto de tierra firme	1	1
	Bosques denso alto y bajo inundable heterogéneo		
	Bosques intervenidos o secundarios de tierra firme e inundables		
Bosques fragmentados	Bosques de galería denso de tierra firme	5	2
	Bosques fragmentados con pastos, cultivos y/o vegetación secundaria (zona circundante al proyecto)		
Vegetación secundaria alta	Vegetación secundaria o en transición alta inundable	10	5
	Vegetación secundaria o en transición alta		
Vegetación secundaria baja	Vegetación secundaria o en transición baja	20	8
	Bosque de galería asociada a vegetación secundaria		
	Vegetación secundaria o en transición baja inundable		
Herbazales arbustos/ arbolados	Arbustales	30	10
	Vegetación secundaria (zona circundante de 100.000)		
	Herbazal denso de tierra firme arbolado		
Zonas arenosas	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	30	20
	Herbazal denso inundable arbolado		
Herbazales no arbolados	Zonas arenosas naturales (en las vegas de ríos)	40	20
	Herbazal denso de tierra firme no arbolado		
Zonas pantanosas	Herbazal denso inundable no arbolado	40	40
	Zonas pantanosas		
Cultivos permanentes	Plantaciones de latifoliadas	40	20
	Cultivos permanentes arbóreos o arbustivos (cacao, p. ej.)		
Cuerpos de agua	Palma de aceite	50	50
	Ríos		
Mosaicos agropecuarios con espacios naturales	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	50	30
	Mosaico de pastos con espacios naturales		
	Mosaico de cultivos con espacios naturales		
Pastos enmalezados	Mosaico de cultivos y pastos con espacios naturales	50	30
	Pastos enmalezados		
Cultivos transitorios y/o herbáceos	Pastos arbolados Pastos enmalezados o arbolados inundables	60	40
	Cultivos transitorios		
	Mosaicos de cultivos		
	Mosaicos de pastos y cultivos		
Pastos limpios	Cultivos permanentes herbáceas	75	50
	Arroz		
	Pastos limpios inundables		
Zonas quemadas	Pastos limpios	100	100
	Zonas quemadas		
Áreas artificializadas	Tierras desnudas y degradadas	250	250
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados		
	Tejido urbano discontinuo		
	Estanques acuicultura	300	300
	Tejido urbano continuo	500	500

Fuente: Vergara y otros 2019

Dicha matriz de resistencia fue realizada en dos grupos de especies, una para el Cajucho, Lapa y Armadillo y otra para el Zaíno (Figura 45).

Figura 45. Matrices de resistencia. Lapa, Cajucho y Armadillo (izquierda) y para Zaíno (derecha).

Fuente: Presente estudio, 2020.



- **Corridor Designer:** *Corridor Designer* (Majka y otros 2007) es un conjunto de herramientas disponibles como un Toolbox de ArcGIS 9 y una extensión para ArcMap. Aunque incluye funciones y opciones de proceso relacionadas directamente con el diseño de corredores, destacan las herramientas que incorpora para crear modelos de calidad o adecuación del hábitat para una determinada especie, y a partir de ellos estimar los valores de permeabilidad en la superficie de fricción como inversa de los valores de adecuación del hábitat resultantes de esos modelos.

Por otro lado, *Corridor Designer* evita tener que restringirse a una caracterización de un corredor como un camino de coste mínimo de un único píxel de anchura, permitiendo seleccionar zonas de bajo costo y suficiente anchura (situados o no en torno al camino de mínimo costo) y que puedan en la práctica servir de corredores

efectivos para la especie o especies de interés. Complementariamente permite valorar la distancia que tendrían que recorrer los individuos para desplazarse de unas zonas de hábitat a otras a través de esas franjas o corredores, así como identificar qué puntos a lo largo de las mismas pueden actuar como cuellos de botella o zonas más vulnerables por contar con una menor anchura de zonas de bajo costo favorables para la dispersión. Finalmente, también ayuda a identificar, más allá del óptimo biológico, otros corredores alternativos con características relativamente buenas (dado que en la práctica no todas las propuestas serán posibles o factibles al implementarlas en el terreno), así como a comparar la calidad de estos corredores con el óptimo identificado inicialmente (SINCHI 2017).

La construcción de los enlaces o conexiones y los atributos o peso de estas se realizaron con la herramienta *Corridor designer*. A partir de la capa de nodos y la superficie de resistencia, el programa determinó la ruta de menor costo acumulado entre cada par de nodos, en este caso se permitió que el programa trazara enlaces que pasen por otros nodos o fragmentos de bosques, ya que esta situación es más natural que la opción de restringir los enlaces únicamente a rutas que atraviesen la matriz evitando cruzar por otro parche de bosque que se encuentre en el camino.

- **Número de fragmentos y calidad:** Tanto en la zona norte (N) y sur (S), la cantidad de hábitat disponible varía notoriamente según la especie. Para las especies pequeñas, de dispersión corta y requerimientos de área menor (armadillo y lapa) considerando el área territorial promedio, hay más fragmentos de bosque con características de hábitat potencial, 69 para la zona norte con un área total de 2560,0491 ha, lo que da un área promedio por fragmento de 37,10 ha y 103 para la zona sur con un área total de 897,1785 ha, lo que da un área promedio de 8,71 ha. Por su parte, teniendo en cuenta el área crítica de hábitat para el zaino en la zona sur según Benchimol y Peres (2015), el número de fragmentos de hábitat potencial para esta especie se reducen a 6 con un área total de 695,7162 ha, lo que da un área promedio por fragmento de 115,95 ha, y para la zona norte teniendo en cuenta el área territorial promedio, el número de fragmentos se reduce a 3 con un área total de 1462,6035 ha, lo que da un área promedio por fragmento de 487,53 ha. En el caso del cajucho, y de acuerdo con el área crítica estimada por el mismo autor, la probabilidad de uso de hábitat en el área del proyecto se restringe a 1 fragmento en la zona norte con un área total de 2513,106 ha, y a 1 fragmento en la zona sur con un área total de 1240,9434 ha (Tabla 22, Figura 46 y Figura 47).

Tabla 22. Número total de fragmentos de bosque de hábitat (nodos) para cada especie de acuerdo con el área crítica o rango de hábitat.

Especie	Área crítica (ha)*	Área territorial promedio - Home Range (ha)**	Norte (N)		Sur (S)	
			Número de fragmentos	Rango área (ha)	Número de fragmentos	Rango área (ha)
Dispersión corta: Armadillo (<i>Dasytus novencintus</i>) y Lapa (<i>Cuniculus paca</i>)	0,2-9,66	2,46-3,4	54	1,526-229,095	92	0,036-57,505
Dispersión media: Zaino (<i>Pecari tajacu</i>)	22,91-112,2	429-500	10	229,095-802,787	1	177,885-1240,943
Dispersión larga: Cajucho (<i>Tayassu pecari</i>)	1202,3	2970	1	802,787-2513,106	1	177,885-1240,943
Dispersión media: Zaino (<i>Pecari tajacu</i>)	22,91-112,2	429	54	229,095-802,787	92	177,885-1240,943

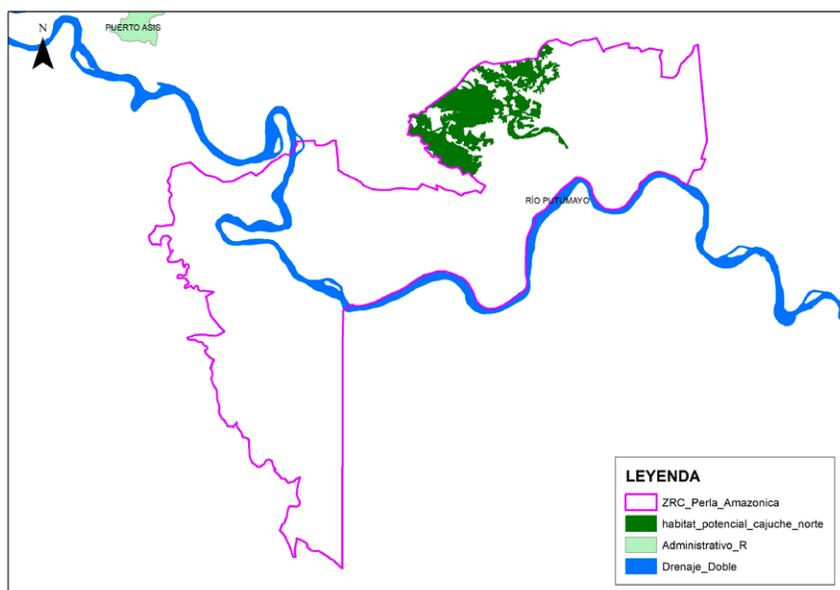
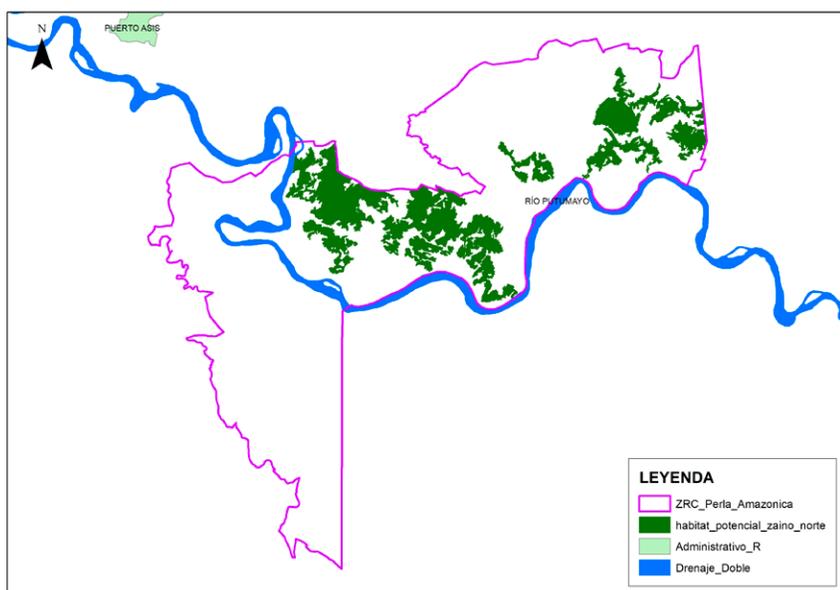
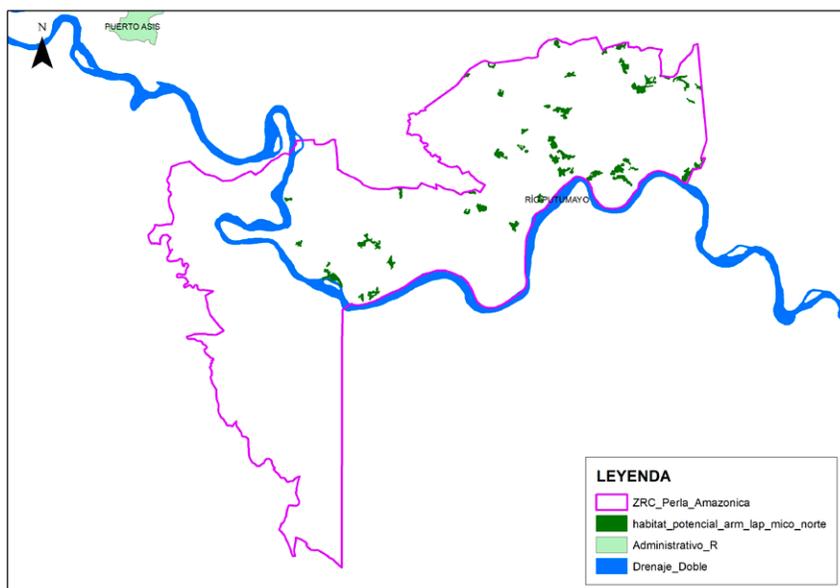
Fuente: Presente estudio

*Área crítica requerida para asegurar una probabilidad mínima de ocupación de los 60%, basados en modelos de regresión logística para fragmentos de bosque en la Amazonia brasilera.

** De acuerdo con revisión bibliográfica (Benchimol y Peres 2015)

Figura 46. Fragmentos de hábitat potencial en la zona norte de acuerdo con las áreas críticas para cada especie reportadas por Benchimol y Peres (2015). Para el armadillo y la lapa (izquierda), zaino (centro) y cajuiche (derecha),

Fuente: Presente estudio



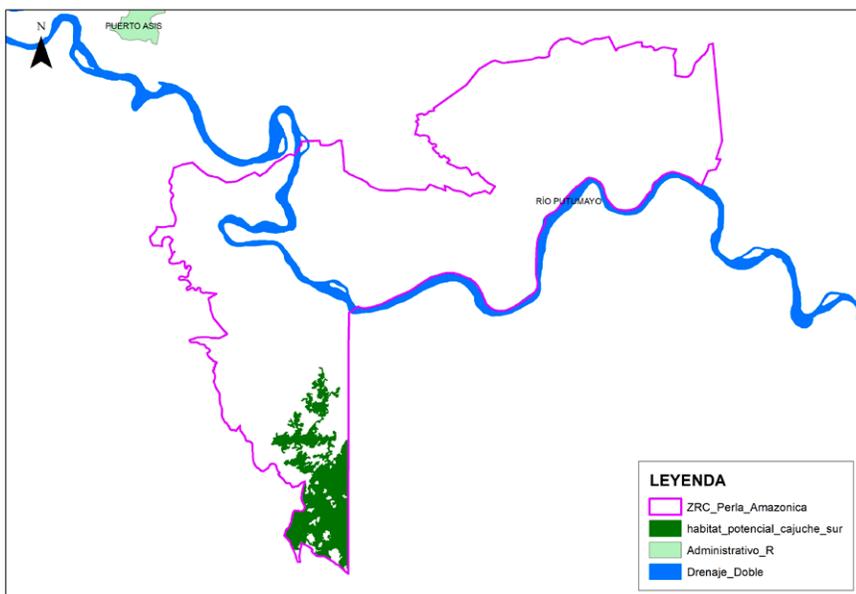
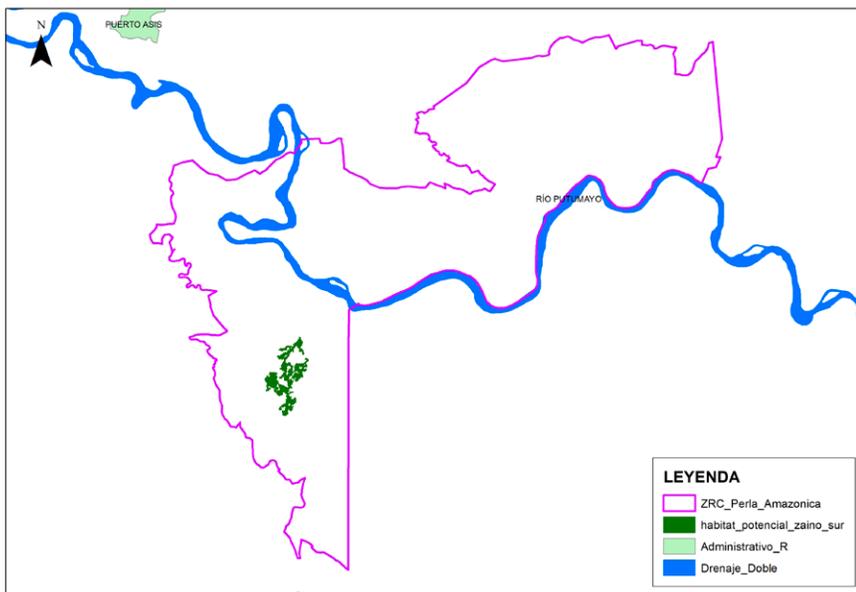
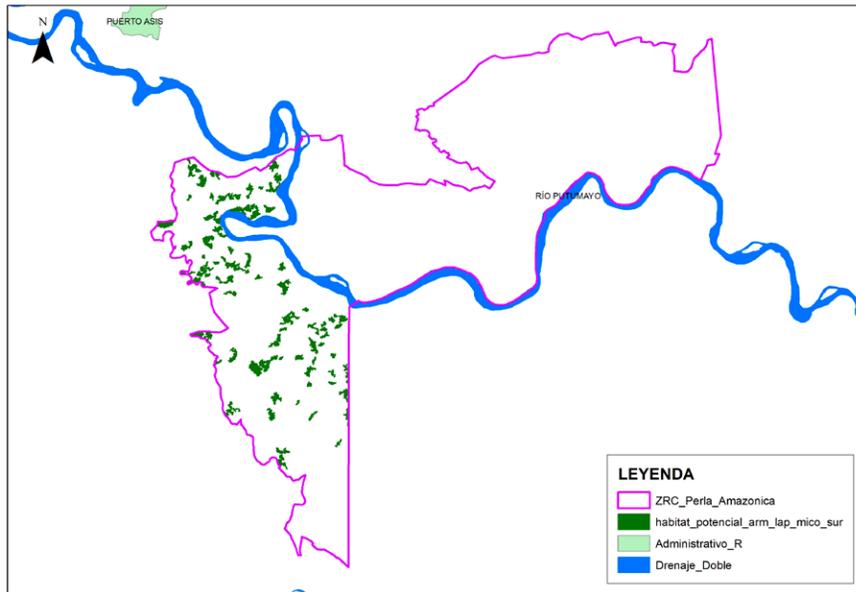


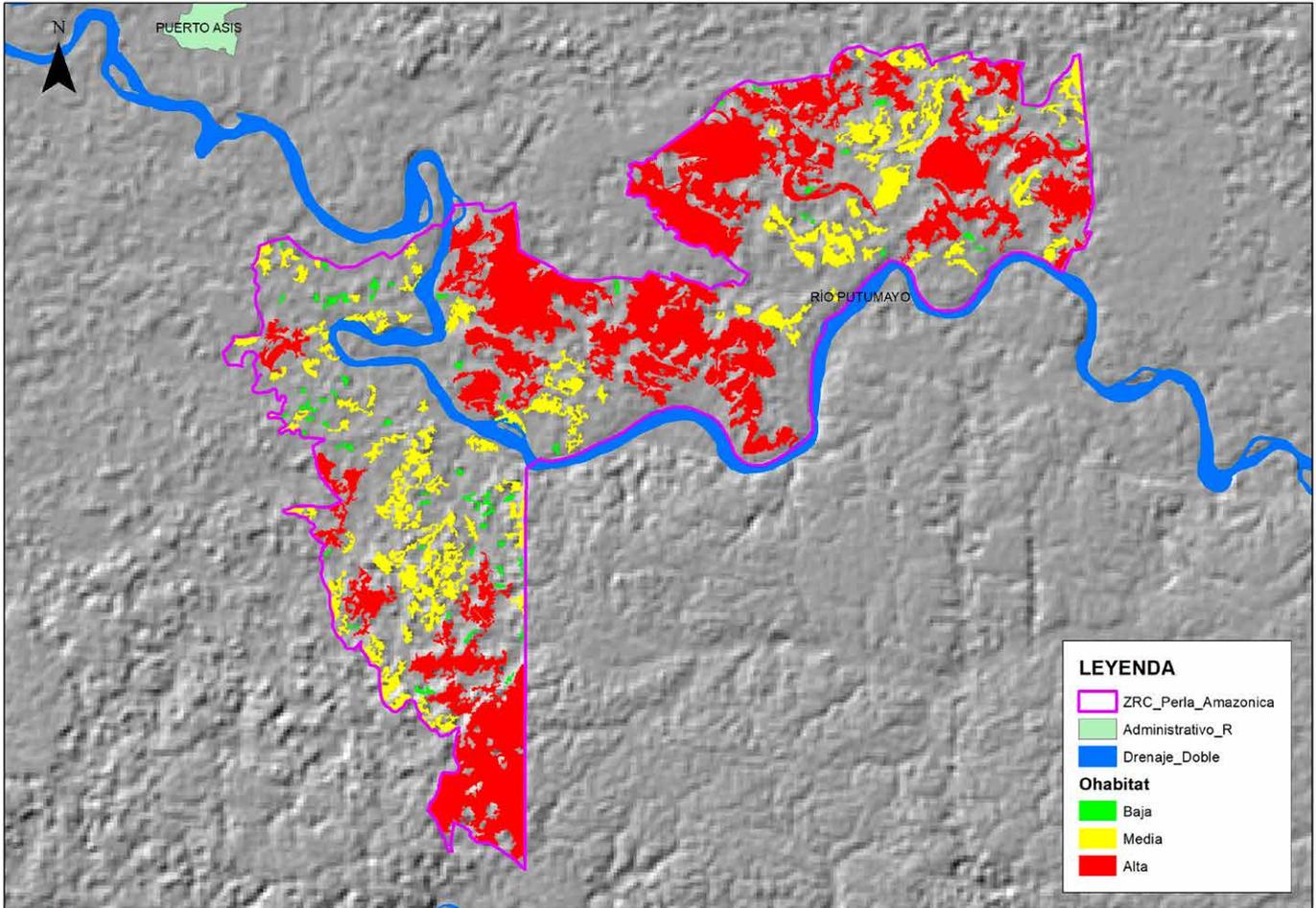
Figura 47. Fragmentos de hábitat potencial en la zona sur de acuerdo con las áreas críticas para cada especie reportadas por Benchimol y Peres (2015). Para el armadillo y la lapa (izquierda), zaino (centro) y cajúche (derecha),

Fuente: Presente estudio.

Figura 48. Calidad de hábitat de los fragmentos derivada a partir del área (ha) y el índice de círculo circunscrito relacionado (CIRCLE). La representación de las tres clases se realizó con el método de clasificación de Intervalos geométricos.

Fuente: presente estudio.

En cuanto a la calidad del hábitat (QHabitat), los mejores fragmentos dentro del área de estudio (mayor extensión y forma compacta) son 17 ubicados en su mayoría en la zona norte del área de estudio (rojo). Los fragmentos con calidad de hábitat media son 93 ubicados en su mayoría en la zona sur del área de estudio (amarillo), y los fragmentos de menor calidad de hábitat (verde), por su área y forma son 73 ubicados en su mayoría en la zona sur del área de estudio (Figura 48).



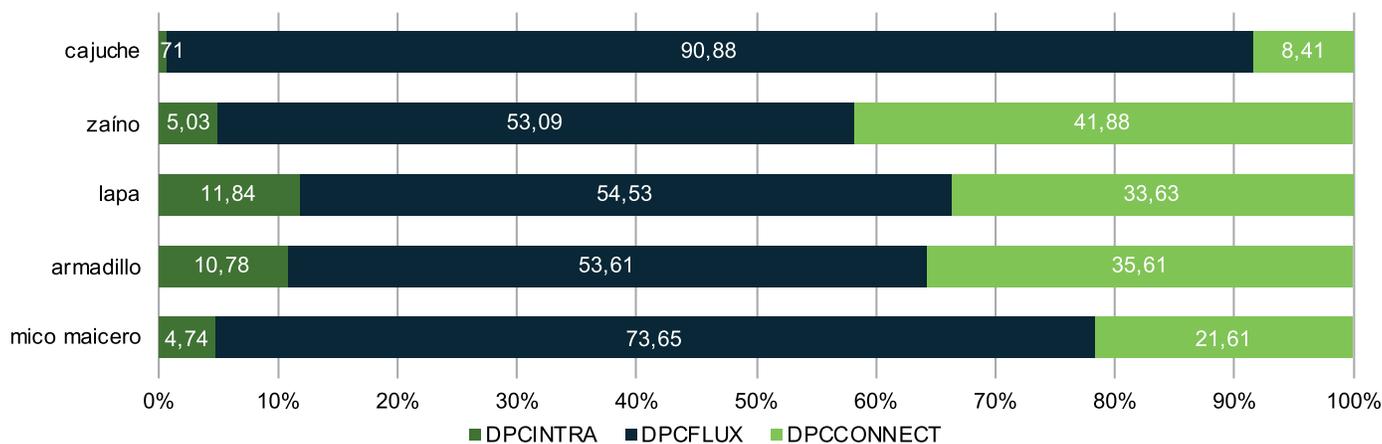
- **Importancia de los fragmentos de hábitat para la conectividad:** El índice de conectividad dPC (delta del índice de conectividad) para cada fragmento representa la importancia relativa del parche o nodo, es decir en qué proporción la conectividad total se afectaría si se elimina dicho fragmento, es decir, que tanto aporta a la conectividad total. Este dPC corresponde a la sumatoria de tres fracciones o componentes: 1) dPCintra, que cuantifica el valor del parche como hábitat, 2) dPC flux, que mide la posibilidad de acceder desde y hacia otros parches de buena calidad y 3) dPC connect que determina la importancia como punto de paso o conectividad entre varios fragmentos de acuerdo con su posición espacial sin importar su calidad (Vergara, L. 2016).

Los valores de importancia de cada fragmento fueron agrupados en tres clases (Muy alto, alto y medio) utilizando el método de intervalos geométricos de ArcGIS, el cual minimiza la suma de cuadrados de los elementos de cada clase, garantizando que cada rango de clase tenga un número similar de valores y que el cambio entre intervalos sea coherente. No se clasificaron fragmentos de baja importancia, porque en gran parte del área de estudio los relictos presentes son los únicos fragmentos de bosque disponible para la fauna, lo que constituye un valor importante para la fauna per (Vergara, L. 2016).

Los resultados muestran que, en el área de análisis, la mayor contribución de los fragmentos a la conectividad de las especies (Lapa, Armadillo, Zaíno y Cajuche) está dada por su valor como hábitat que permiten acceder desde estos y hacia otros fragmentos (dPCflux), resultado que evidencia la importancia de estos fragmentos como conectores dentro del paisaje (Figura 49).

Figura 49. Áreas porcentuales en los indicadores de conectividad para las especies analizadas.

Fuente: Presente estudio.



Por otro lado, la contribución relativa para garantizar el flujo de las especies de dispersión corta y media entre fragmentos es media, pues para la Lapa y Armadillo es de 34% y 36% (dPCconnect), mientras que para el Zaíno es de aproximadamente el 42%, lo que quiere decir que varios fragmentos tienen una importancia significativa como puntos de paso o conectividad entre otros parches de bosque, mientras que para el cajuche es de aproximadamente el 9%, lo que quiere decir que no muchos fragmentos tienen una importancia significativa como puntos de paso o conectividad entre otros parches de bosque para esta especie.

Se observa que, para las cuatro especies, la menor contribución de sus parches está asociada a fragmentos que tienen una conectividad interna poco significativa (dPCIntra, no mayor a 12%), dado a que la gran mayoría de los parches son de tamaño reducido.

El modelo sugiere que los fragmentos actuales más grandes tienen un valor mayor en la conectividad como sitios que facilitan a las especies moverse de un lugar a otro siendo estos el origen o el destino, lo que significa que son fragmentos de bosque caracterizados por sus condiciones internas y de hábitat y por sus características locales.

Los fragmentos con una mejor calidad de hábitat son en su gran mayoría aquellos que se caracterizan por ser importantes como parches que sirven de paso o conectores entre otros fragmentos de bosque. Los fragmentos que tienen los valores más altos como sitios que facilitan el movimiento ya sean estos el origen o el destino (dPCflux), se encuentran ubicados muy cerca de los espacios de bosques continuos y extensos.

- **Importancia de los fragmentos para la conectividad del hábitat de armadillo y lapa:** Los fragmentos más importantes en la conexión del área específica del proyecto son los de dispersión corta (armadillo y lapa), están al norte del área de estudio, pero los de importancia media son los más abundantes para el área de estudio.

El análisis del aporte de los tres componentes de la conectividad por separado muestra resultados similares a los de dPC total. La mayor parte de los fragmentos con importancia relativa total alta presentan valores altos de dPC intra y connect, mientras que la fracción dPCflux tiene valores relativos medios. (Figura 50).

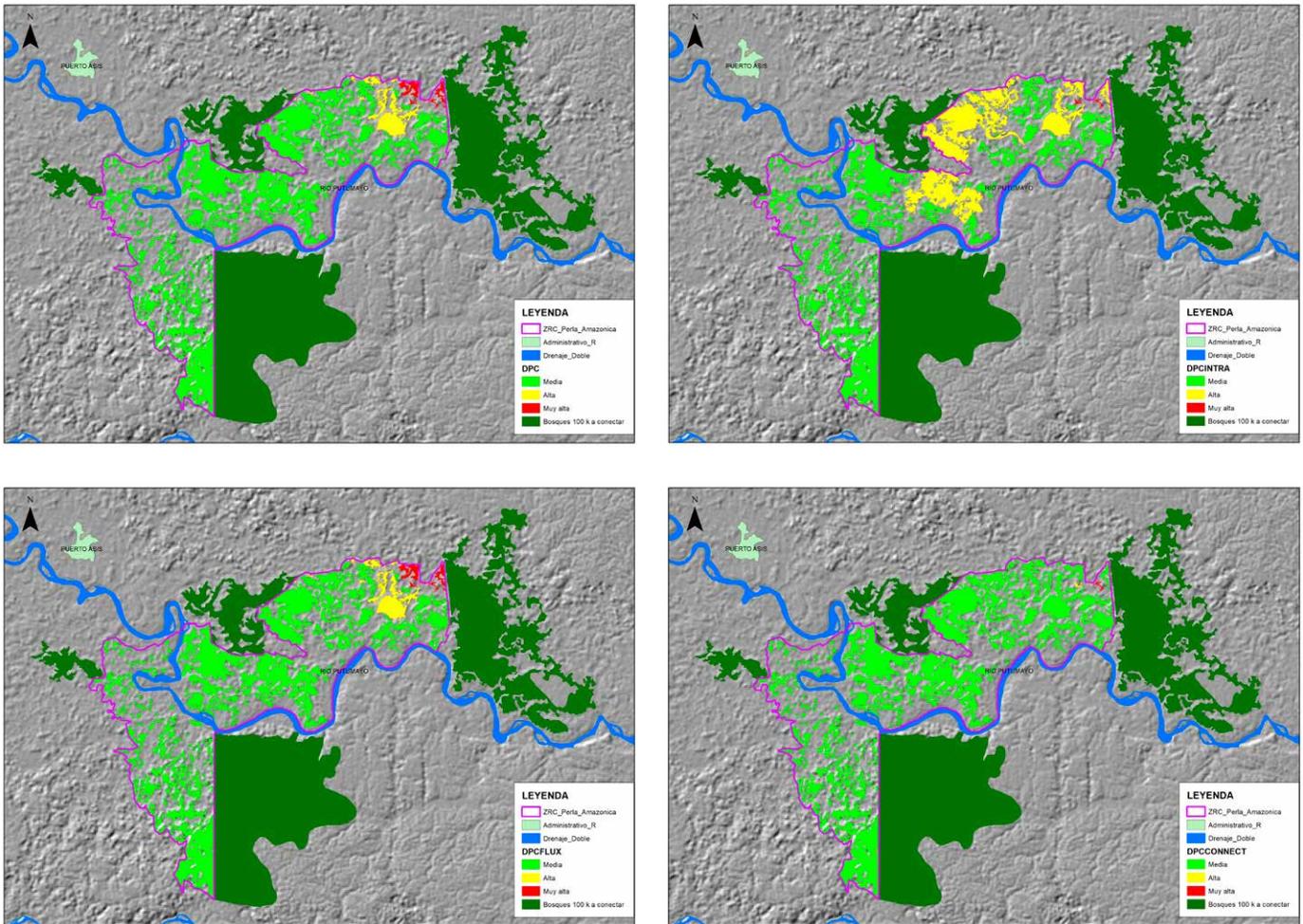
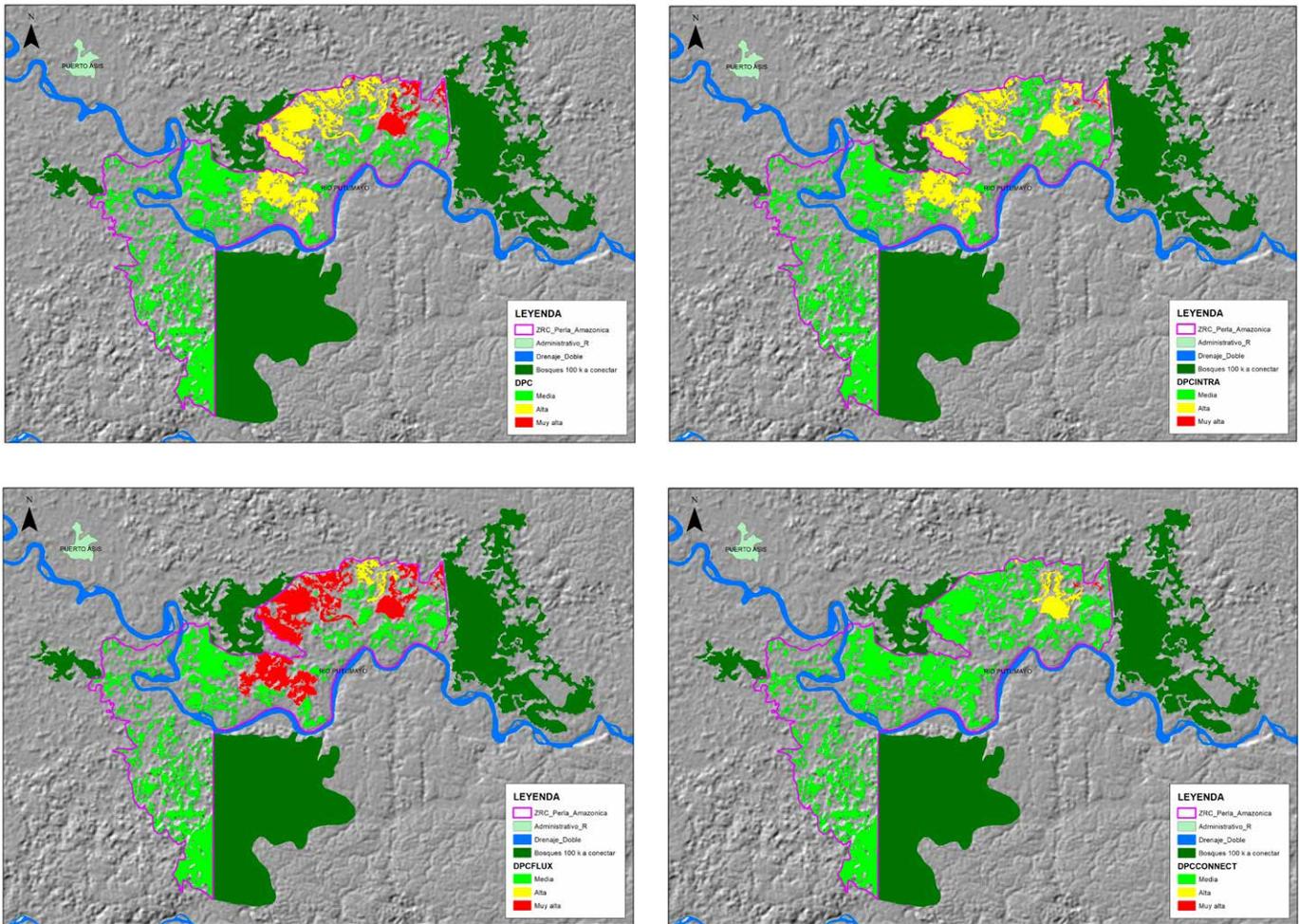


Figura 50. Importancia de los bosques para la conectividad de las especies de dispersión corta (armadillo y lapa) de acuerdo con el valor del indicador dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes: dPCIntra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).

Fuente: Presente estudio.

- Importancia de los fragmentos para la conectividad del hábitat del zaino:** Por su parte para el zaino, una especie de dispersión media, los fragmentos de hábitat con el Área territorial promedio reportada por Benchimol y Peres (2015), arrojan para la conectividad (dPC) una importancia muy alta en unos pocos fragmentos al norte del área de estudio, una importancia alta para otros pocos también en la zona norte e importancia media para el resto de los fragmentos de bosque. Para las fracciones que aportan a la conectividad, el resultado para dPCIntra y dPCconnect el resultado de los fragmentos con conectividad muy alta es similar, pero en dPCIntra los fragmentos con conectividad alta son más con respecto a dPCconnect por lo tanto los fragmentos con importancia media son mayores en este índice que en dPCIntra. Para el caso de la fracción dPCconnect, con un aporte relativo menor a la conectividad total, se encontraron fragmentos adicionales de importancia muy alta que deben ser tomados encuentra a la hora de priorizar acciones de conservación, ya que es precisamente es este aspecto de la conectividad (movimiento entre fragmentos) el más débil en la zona. La importancia muy alta de los fragmentos de bosque para dPCflux es bastante con respecto a las otras fracciones de conectividad, teniendo entonces dPCIntra y dPCconnect porcentajes bajos de importancia con respecto a dPCflux (Figura 51).



- Importancia de los fragmentos para la conectividad del hábitat del cajuche:** En el caso del cajuche, una especie de dispersión alta, las conectividades dPC, dPCIntra y dPCflux presentan valores de importancia similares, teniendo para cada categoría de importancia la misma cantidad de fragmentos y la misma distribución en el área de estudio. Para el caso de la fracción dPCconnect, con un aporte relativo menor a la conectividad total, se encontraron fragmentos adicionales de importancia muy alta que deben ser tomados en cuenta a la hora de priorizar acciones de conservación, ya que es precisamente es este aspecto de la conectividad (movimiento entre fragmentos) el más débil en la zona (Figura 52).

Figura 51. Importancia de los bosques para la conectividad de la especie de dispersión media (zaíno) de acuerdo con el valor del indicador. dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes: dPCIntra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).

Fuente: presente estudio.

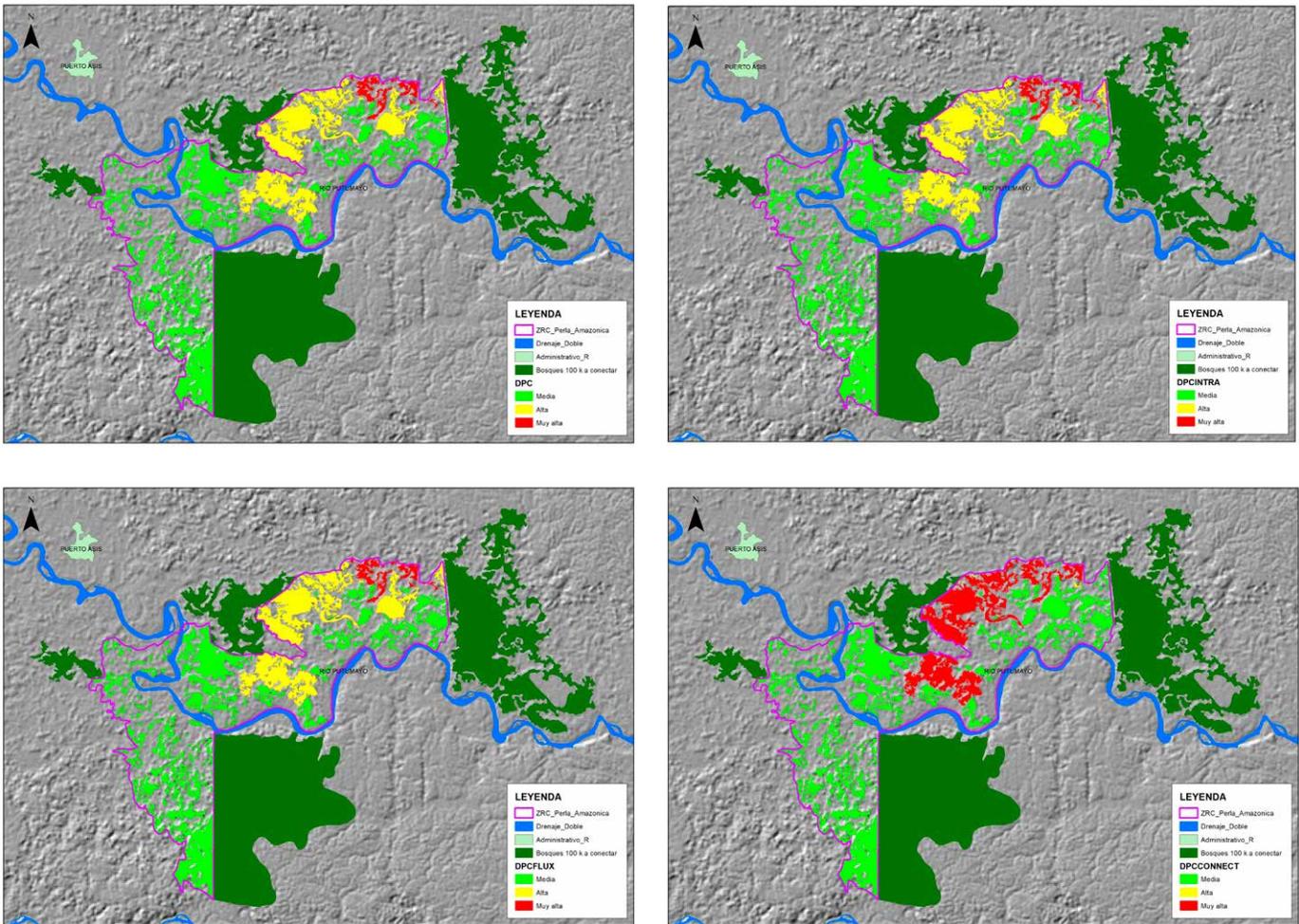
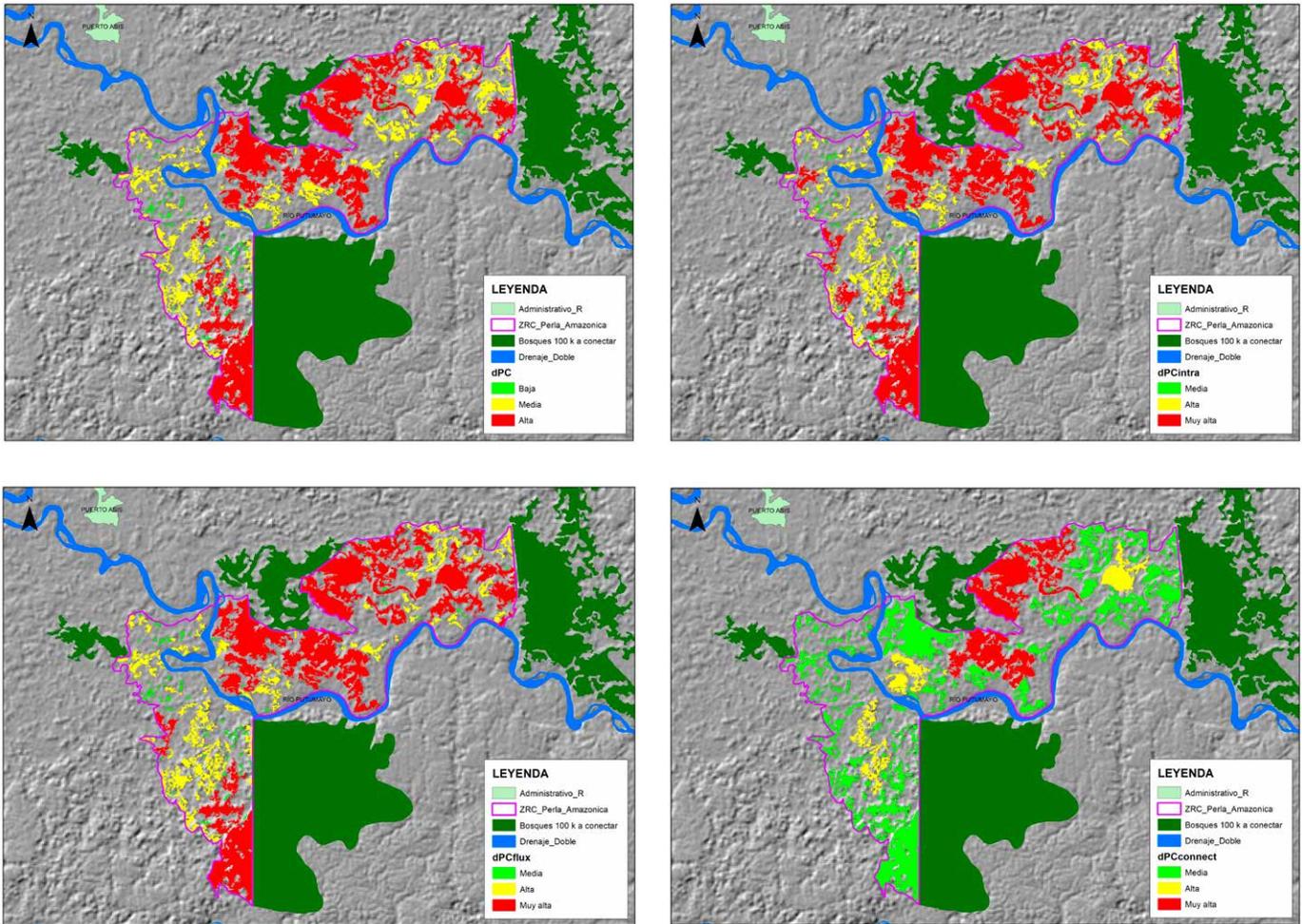


Figura 52. Importancia de los bosques para la conectividad de la especie de dispersión alta (cajuche) de acuerdo con el valor del indicador. dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes. dPCIntra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).

Fuente: Presente estudio

- Importancia de los fragmentos para la conectividad del hábitat del mico maicero:** Para el mico maicero, una especie de dispersión media, los fragmentos de hábitat con el Área territorial promedio reportada por Benchimol y Peres (2015), arrojan para la conectividad (dPC) una importancia muy alta en unos pocos fragmentos al norte del área de estudio, una importancia alta para otros pocos también en la zona norte e importancia media para el resto de los fragmentos de bosque. Para las fracciones que aportan a la conectividad, el resultado para dPCIntra y dPCconnect el resultado de los fragmentos con conectividad muy alta es similar, pero en dPCIntra los fragmentos con conectividad alta son más con respecto a dPCconnect por lo tanto los fragmentos con importancia media son mayores en este índice que en dPCIntra. Para el caso de la fracción dPCconnect, con un aporte relativo menor a la conectividad total, se encontraron fragmentos adicionales de importancia muy alta que deben ser tomados en cuenta a la hora de priorizar acciones de conservación, ya que es precisamente este aspecto de la conectividad (movimiento entre fragmentos) el más débil en la zona. La importancia muy alta de los fragmentos de bosque para dPCflux es bastante con respecto a las otras fracciones de conectividad, teniendo entonces dPCIntra y dPCconnect porcentajes bajos de importancia con respecto a dPCflux (Figura 53).



- **Costo del movimiento a través de la matriz y rutas de menor costo:** *Corridor designer* genera posibles corredores de movilidad entre los parches de bosques seleccionados, ubicando las zonas de menor costo según la permeabilidad que tiene el paisaje dada por las coberturas de la tierra. Dado la necesidad de modelar corredores de movilidad a lo largo del río Putumayo en sentido paralelo a este, se generaron matrices de costo tanto al lado norte como sur del río, de tal manera que se obtuvo como resultado costos para especies de dispersión corta y media en ambos lados de río, pasando inclusive por las partes más transformadas.

La matriz de resistencia permite evaluar cuáles serían las zonas más críticas para atravesar la matriz según los criterios definidos. Generalmente estas zonas corresponden a sitios donde los fragmentos están más aislados y existen coberturas de mayor resistencia, como, por ejemplo, los pastos limpios, las zonas de quema, artificializadas o sin vegetación, etc.

Con este resultado es posible establecer las zonas donde se podrían implementar herramientas y acciones para disminuir la resistencia de la matriz y las áreas de menor costo entre fragmentos donde podrían llegar a establecerse corredores. Además de los resultados del modelo, el enriquecimiento y recuperación de bosques asociados a corrientes de agua que comuniquen los fragmentos, entre otras cosas porque tanto el armadillo, la lapa y el zaino suelen moverse y permanecer en zonas cercanas a las fuentes de agua. Se observa en las matrices de costo (Figura 54 y 55), que para las 4 especies los costos son muy similares.

Figura 53. Importancia de los bosques para la conectividad de la especie de dispersión media (mico maicero) de acuerdo con el valor del indicador. dPC (Arriba izquierda) y de cada uno de sus componentes: dPCintra (Arriba derecha), dPCflux (abajo izquierda) y dPCconnect (Abajo derecha).

Fuente: presente proyecto.

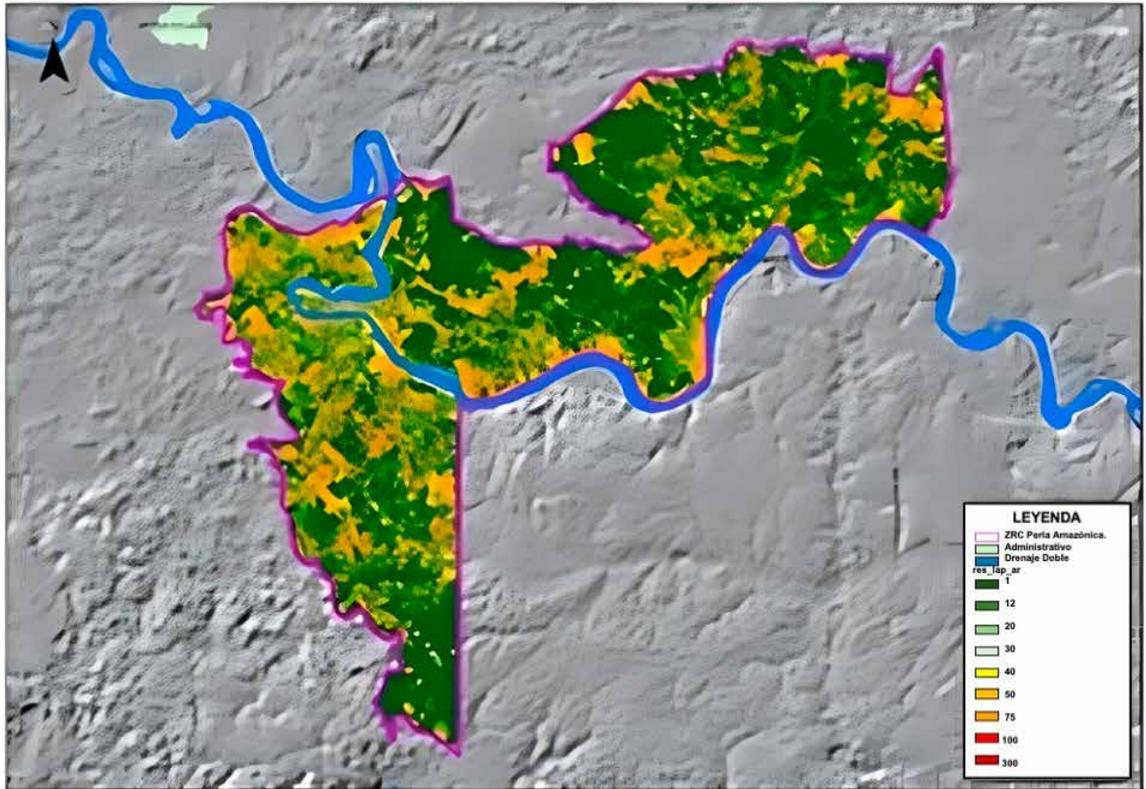
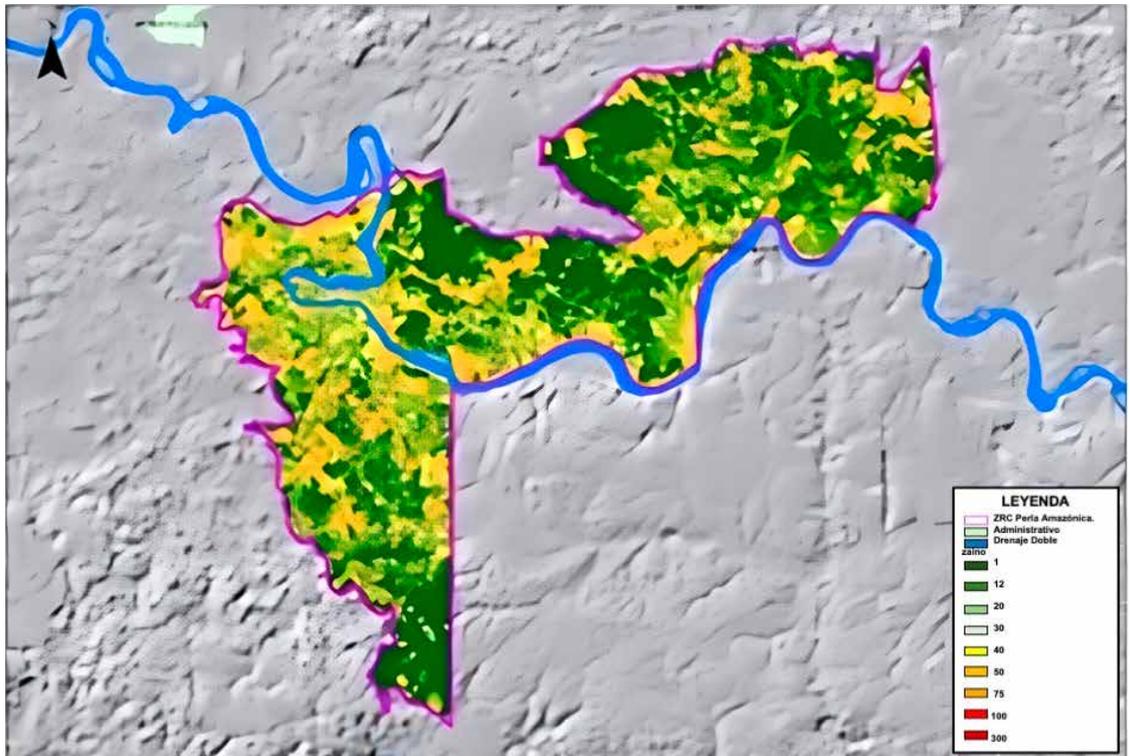


Figura 54. Valor de la matriz para la conectividad de acuerdo con el costo de moverse por la matriz entre fragmentos de bosque para el armadillo, lapa y Cajuche.

Fuente: Presente estudio.

Figura 55. Valor de la matriz para la conectividad de acuerdo con el costo de moverse por la matriz entre fragmentos de bosque para el Zaíno.

Fuente: Presente estudio



- **Importancia de la vegetación secundaria para la conectividad:** Según el mapa Corine Land Cover a escala 1:25000 que se realizó como insumo principal para el análisis del área de estudio, la cobertura más representativa (Tabla 23), es la de bosques con 9.350,70 ha (38,3% del área total), seguida de la cobertura de Vegetación secundaria alta, con 5.539,02 ha (22,7% del área total), situación que indica que se tiene una gran proporción de vegetación secundaria propicia para la conectividad entre parches de Bosque, ya que es la cobertura que menor costo de movilidad representa para las especies para desplazarse a través de la matriz entre fragmentos de bosque, evidencia que se expone a continuación como vegetación propicia para la movilidad especies de primates y distintas especies animales debido al recurso alimenticio y de forraje brindado por este tipo de vegetación.

Tabla 23. Áreas de coberturas de la zona de estudio.

Coberturas	Área Has	%
Áreas artificializadas	14,93	0,07
Bosques	8667,55	38,69
Cuerpos de agua	531,61	2,37
Herbazales no arbolados	42,84	0,19
Mosaicos agropecuarios con espacios naturales	395,97	1,77
Pastos enmalezados	1599,64	7,14
Pastos limpios	4357,33	19,45
Vegetación secundaria alta	5247,83	23,42
Vegetación secundaria baja	1477,73	6,60
Zonas arenosas	16,13	0,07
Zonas quemadas	51,16	0,23
Total	22402,72	100

Fuente: **Presente estudio**

Desde hace ya casi más de 40 años, SMITH, Joyotee, y otros 1997, se viene mencionando y repitiendo sobre la importancia creciente de la vegetación secundaria en los trópicos americanos (Budowski 1961; Gómez-Pompa y Vásquez-Yanes 1974, Gómez-Pompa y otros 1979) y la tendencia de las especies de rápido crecimiento y baja densidad de madera que prosperan en los bosques de segundo crecimiento para constituirse en el “recurso maderable del futuro” (Ewel 1980). En años más recientes, con la mayor preocupación por la deforestación y el rol de los bosques en la conservación del ambiente, se registra un aumento en la importancia de este recurso, económico, ecológico y social. En lo económico, los bosques secundarios son extremadamente productivos, con tasas de incremento de madera comparables a las de plantaciones con especies de rápido crecimiento (por ejemplo, Wadsworth 1993). Los bosques secundarios se constituyen en fuente de frutas, plantas medicinales, materiales de construcción, forraje para animales y madera de valor, así como para la restauración de la productividad del sitio y la reducción de poblaciones de plagas (Brown y Lugo 1990; Dourojeanni 1990; Serrão 1994 en SMITH, Joyotee, y otros 1997). Los bosques secundarios son también de considerable importancia ecológica, en términos de crecimiento forestal, acumulación de biomasa, beneficios hidrológicos y de la biodiversidad (National Research Council 1993 en SMITH, Joyotee, y otros 1997). Debido a que los bosques secundarios acumulan biomasa rápidamente durante los primeros 20 a 30 años, también son un reservorio importante de carbón atmosférico; de esta manera, incrementando la productividad de los bosques secundarios a través de su manejo se puede aumentar su rol potencial para contrarrestar el efecto invernadero (Fearnside y Guimarães 1996 en SMITH, Joyotee, y otros 1997). De otro lado, esta misma característica se puede considerar como una ventaja para la conservación de los bosques primarios restantes (Dourojeanni 1990 en SMITH, Joyotee, y otros 1997).

Una de las características más sobresalientes de los bosques secundarios es la gran variabilidad florística que presentan sus rodales dentro de cortas distancias, tanto a nivel de dosel como de vegetación de sotobosque (por ejemplo, Zimmermann y otros 1995; Guariguata y otros en prensa). Esto es debido principalmente a variaciones fenológicas de especies colonizadoras al momento del abandono del terreno, al tipo de regeneración (rebrotos vs semillas), así como a la presencia de diferentes especies de árboles remanentes, los cuales pueden influenciar la composición del sitio (SMITH, Joyotee, y otros 1997). Chapman (2003) en Solano, D (2018), menciona la abundancia de plantas de bosque secundario y el aumento de insectos en los fragmentos de bosque como una variable que podría permitir la supervivencia de primates en hábitat fragmentado.

Otras investigaciones con primates apoyan de igual manera estos resultados, por ejemplo, Ostro y otros (2000) encontraron que zonas con árboles más grandes y mayor cobertura relativa de las principales especies consumidas son utilizadas 5 veces más por monos congos (*Allouata pigra*), incluso cuando estos bosques tienen una diversidad y riqueza total menor en comparación con otros sitios con presencia de estos primates. Oates (1977) también encontró que la composición entre bosques donde habita *Colobus guereza* era diferente, pero especies de bosque secundario y especies de borde eran comunes, lo que permitía a estos primates explotar incluso hábitat de bosque primario. Wong y otros (2006) también encontraron que *C. vellerosus* es capaz de ajustarse a ciertas especies arbóreas en su dieta para acomodarse a las diferencias en composición de especies de flora en los diferentes fragmentos de bosque que utiliza (Solano, D. 2018).

Como una de las formas tradicionales de valorar a un organismo es considerarlo dentro del marco de su ecosistema natural, podría ser valioso considerar el papel de los primates en un bosque tropical, entendiendo que aunque muchos primates dependen de los bosques tropicales prístinos, algunos prosperan en bosques intervenidos y en proceso de recuperación, incluso muy pocos se acostumbran a áreas urbanas con cierta cobertura arbórea, aunque dependiendo del suplemento alimenticio dado por los humanos, pero sin llegar a las exitosas colonizaciones de paisajes urbanos, como hacen muchos primates africanos o asiáticos. La función de los primates en un ecosistema natural está lejos de ser bien entendida. Muchos ecólogos han subrayado su importancia como dispersores de semillas (Van Roosmalen, 1985; Terborgh, 1985; Estrada y Fleming, 1986; Kubitzki, K. y A Ziburski 1994; Defler y Defler, 1996; Stevenson 1998b, 2000, 2002a; Stevenson y Medina 2003; Stevenson y otros 2002; 2005ab en Defler, 2010). Así, en los bosques tropicales ricos en especies, donde los primates son comunes, estos animales probablemente son los contribuyentes principales al mantenimiento de dicha diversidad vegetal. Por ejemplo, una manada de churuco (*Lagothrix lagothricha*) dispersa anualmente las semillas de 200 a 300 especies de plantas a través de su área de actividad (home range) (Defler, 1989c; Defler y Defler, 1996; Peres, 1993a, 1994a, Stevenson, 2000 en Defler, 2010).

Los corredores resultados del modelo de *Corridor designer*, muestran las áreas actuales por donde posiblemente pueda existir movilidad de ciertas especies. Se observa que las áreas con un mejor hábitat están cerca de los bosques continuos y extensos y que los corredores también están muy cercanos a dichas zonas. También se evidencia que, en las partes más retiradas al río Putumayo al sur, se generan los corredores de movilidad, por lo que las zonas a recuperar para garantizar una mejor permeabilidad a la movilidad de las especies en áreas cercanas al río (Figura 56).

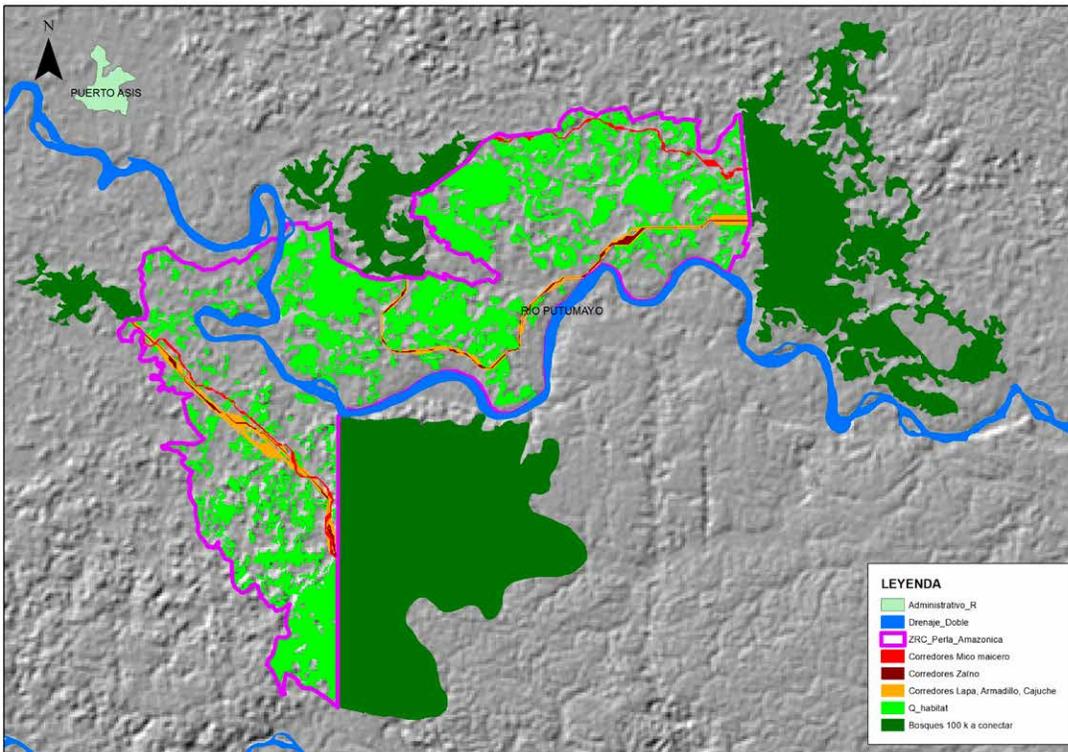


Figura 56. Modelos de corredores para la movilidad de Lapa, Armadillo, Cajuche y Zaíno.

Fuente: Presente estudio

- **Modelo de conectividad y áreas prioritarias para el manejo:** De los procesos realizados en los pasos anteriores, se obtiene como resultado final el modelo de conectividad ecológica para las cuatro especies trabajadas, dicho modelo consta de parches funcionales, áreas importantes para la conectividad y corredores de movilidad.

Para la Lapa y el Armadillo el área total de este modelo es muy similar, cerca de 11882,7 ha son zonas de parches funcionales y de áreas importantes para la conectividad. Para el zaino, estas dos características de la conectividad ocupan menos área, pues llegan a sumar cerca de 9451,7 ha. En el caso del cajuche 7069,9428 ha son zonas de parches funcionales y de áreas importantes para la conectividad. Lo anterior demuestra que existen aún varios fragmentos de coberturas naturales no muy grandes pero que la suma de estos aumenta en zonas potenciales para las especies, y que, a parte de la matriz del paisaje, existen pocos fragmentos de coberturas naturales con áreas grandes que sirven de hábitat con requerimientos más grandes de parches (Figura 57).

Como se mencionó en el proceso metodológico, los modelos de conectividad de las cuatro especies analizadas se cruzaron espacialmente con coberturas transformadas que reflejen la intervención a través de actividades agropecuarias. De esta manera, dichas coberturas adyacentes a cualquier característica del modelo de conectividad fueron seleccionadas y se clasificaron como prioritarias para el manejo. La mayoría de estos espacios intervenidos no están cerca el río Putumayo, más bien retirados, pero si se asocian a cuerpos de agua como otros drenajes sencillos, afluentes al río Putumayo. Los modelos de conectividad y estos espacios transformados conforman mosaicos de conservación que permitirán realizar distintas acciones de manejo, que aporten al mantenimiento o recuperación de ciertos atributos ecológicos de la biodiversidad.

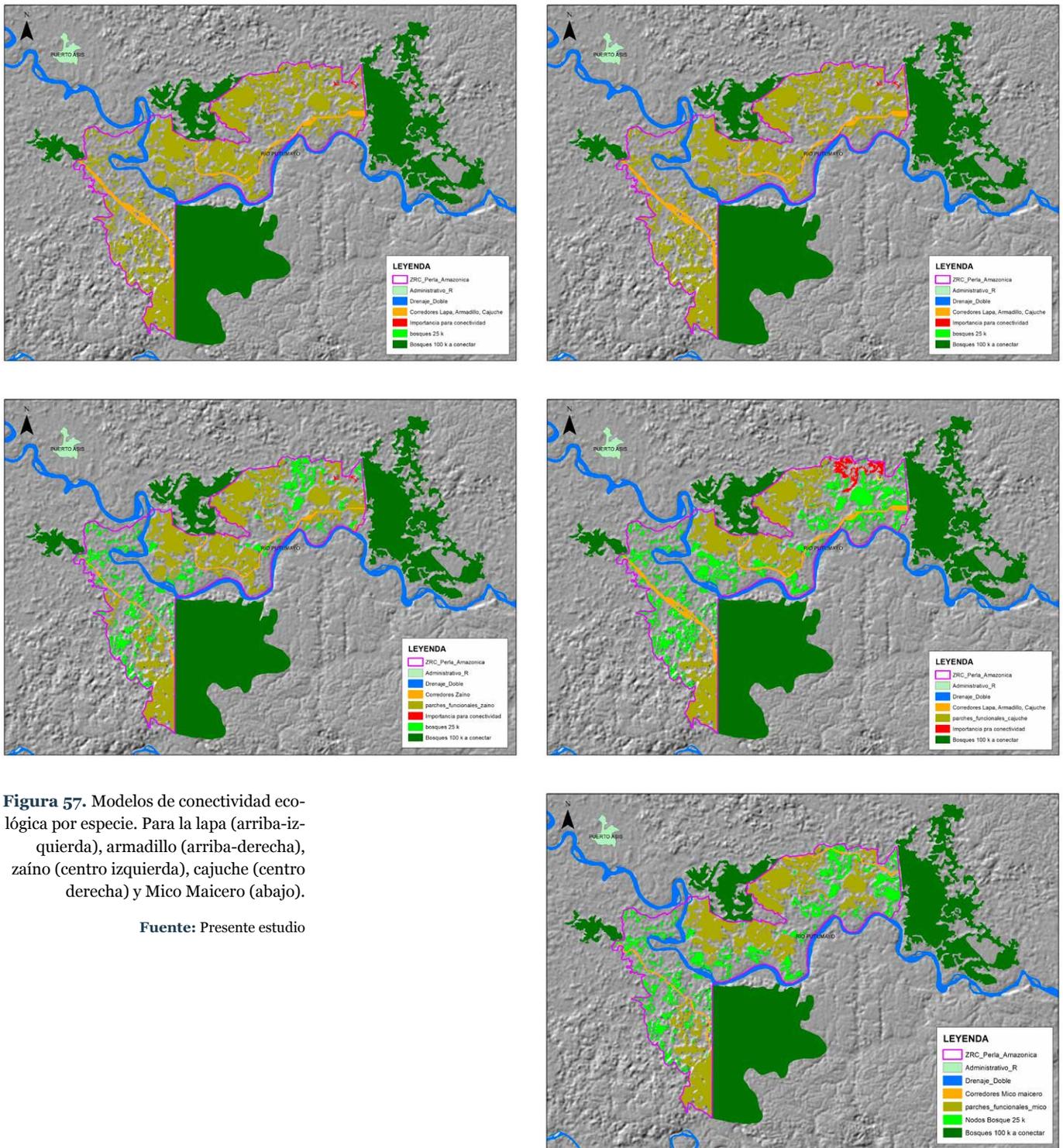


Figura 57. Modelos de conectividad ecológica por especie. Para la lapa (arriba-izquierda), armadillo (arriba-derecha), zaino (centro izquierda), cajuche (centro derecha) y Mico Maicero (abajo).

Fuente: Presente estudio

Esta aplicación de corredores de conectividad se configuró con la realización de dos talleres, llevados a cabo en las veredas Chufiyá y Bajo Cuembí, cuyos asistentes invitados a participar fueron principalmente los sabedores y conocedores de la fauna representativa de la ZRC Perla Amazónica. En estos talleres, se llevaron a cabo encuestas de presencia/ausencia de fauna, de manera individual. En estas encuestas se presentaron 48 imágenes de especies de mamíferos y aves del departamento del Putumayo. Se definieron cinco especies pertenecientes a tres rangos de dispersión (corto y medio y largo) y posteriormente se aplicó el modelo de grafos probabilístico, para su respectivo análisis. El corredor de conectividad resultante representa un área aproximada de 1.083 hectáreas en la ZRC Perla Amazónica.

Zonificación agroambiental

Al haber obtenido la capa de fragmentación y los corredores de conectividad ecológica para el área de estudio se procede a realizar la zonificación agroambiental, esta metodología de zonificación fue adoptada del proceso de zonificación y ordenamiento Reserva Forestal Ley 2ª de 1959, en donde a dos capas de información se le cruzan los valores y se obtiene una tercera capa con los valores cruzados dando así una Matriz de decisión. (Figura 58). Para el presente proyecto, los parámetros para definir las distintas zonificaciones fueron obtenidos del documento en preparación V1. Modelo de Intervención territorial a nivel de Paisajes Productivos en la Amazonia colombiana de Barrera, J; Grupo de investigación en Sistema de Producción Sostenible (2017).

Para realizar la zonificación 1, mediante la matriz de decisión 1, se cruzan con una unión en el software ArcMap 10.5, las capas de coberturas de la tierra a escala 1:25000 y la capa de estratos de intervención (Estratos de intervención de la Amazonia colombiana. Escala 1:100.000. Año 2016 Versión 2 del área de estudio (Tabla 24).



Figura 58. Modelo de zonificación de áreas de desarrollo agroambiental.

Fuente: Metodología de Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental en los departamentos de Caquetá y Guaviare (SINCHI 2017)

Tabla 24. Matriz de decisión 1

Zonif_1				
agrup_coberturas	ESTRATOS INTERVECIÓN			
	NULA	BAJA	MEDIA	ALTA
Areas_artificializadas	N/A	N/A	N/A	N/A
Bosques	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Cuerpos_de_agua	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Cultivos_permanentes	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible
cultivos_transitorios_y_o_herbaceos	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible
Herbazales_arbustos_arbolados	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Herbazales_no_arbolados	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Mosaicos_agripecuarios_con_espacios_naturales	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible
Nube	N/A	N/A	N/A	N/A
pastos_enmalezados	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Pastos_limpios	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Sistema silvopastoril	Sistema silvopastoril
Vegetación_secundaria_alta	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Vegetación_secundaria_baja	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Zonas_arenosas	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Zonas_pantanosas	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Zonas_quemadas	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Bosques_fragmentados	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración	Restauración

Fuente: Ramírez y Barrera, 2019

La zonificación 2 se obtiene del resultado de realizar la matriz de decisión 2 con las capas de información, zonificación 1 y la capa de fragmentación de bosque (Tabla 25).

Tabla 25 Matriz de decisión 2.

Zonif_2					
Zonif_1	fragmentación bosque				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Conservación	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Enriquecimiento forestal	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema silvopastoril	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Ramírez y Barrera, 2019

La zonificación 3 se obtiene mediante el cruce de las capas de información zonificación 2 y Paisajes (Tabla 26).

Tabla 26. Matriz de decisión 3.

Zonif_3						
Zonif_2	paisajes					
	altiplanicie	lomerio	macizo	planicie aluvial	montaña	pedemonte
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Restauración	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Restauración	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Restauración	Enriquecimiento forestal	Sistema productivo sostenible
Sistema silvopastoril	Restauración	Sistema silvopastoril	Sistema silvopastoril	Restauración	Restauración	Restauración
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Ramírez y Barrera, 2019

Zonificación 4, se obtiene mediante el cruce de la capa de información de la zonificación 3 y la capa de Estado Legal del Territorio (Tabla 27).

Tabla 27. Matriz de decisión 4.

Zonif_4					
Zonif_3	estado legal del territorio				
	reserva forestal de la amazonia	sustracción	destrito de conservación de agua y suelo	parques nacionales naturales	resguardo indígena
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Restauración	Restauración	Sistema productivo sostenible
Sistema silvopastoril	Restauración	Sistema silvopastoril	Restauración	Restauración	Sistema silvopastoril
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Ramírez y Barrera, 2019

Para obtener la zonificación 5 (Tabla 28), a los cuerpos de agua presentes se les realiza un buffer de 30 metros a lado y lado a los drenajes sencillos y de 50 metros a lado y lado a los drenajes dobles basado en el Decreto 1449 de 1977 del Ministerio de Agricultura que indica en su Artículo 3 numeral 1. B. “Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua”, y para los nacimientos de agua un buffer de 100 metros.

Tabla 28. Matriz de decisión 5.

Zonif_5	
Zonif_4	Cuerpos de agua con zona de amortiguación
Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Restauración
Sistema silvopastoril	Restauración
Restauración	Restauración
N/A	Restauración

Fuente: Ramírez y Barrera, 2019

Basado en los corredores de conectividad obtenidos del Análisis de Conectividad Ecológica, desarrollado en los pasos previos a esta zonificación se realiza la matriz de decisión 8, la cual es la última matriz que se obtiene para dar como resultado a la zonificación agroambiental para la zona de ZRC Perla Amazónica (2020) (Tabla 25), lo cual resultó congruente con el PDS Perla Amazónica (2012), ya que allí se determina orientar acciones tendientes al ordenamiento del territorio que repercutieran en la definición de áreas de protección de la biodiversidad en la vereda Bajo Cuembí o la Pedregosa.

Tabla 29. Matriz de decisión 6.

Zonif_6	
Zonif_5	Corredores de conectividad Ecológica
Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Restauración
Sistema silvopastoril	Restauración
Restauración	Restauración
N/A	Restauración

Fuente: Ramírez y Barrera, 2019

La Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental fue realizada con las 6 matrices de decisión, arrojando como resultado (zonificación 6), las Áreas de desarrollo agroambiental (Figura 60), conservación, enriquecimiento forestal, restauración, sistemas productivos sostenibles y sistemas silvopastoriles en las cuales Barrera, J y otros (2017), definen distintos tipos de Herramientas de manejo del paisaje (HMP) en el documento, “Modelo de Intervención territorial a nivel de Paisajes Productivos en la Amazonia colombiana”.

La Zonificación Agroambiental realizada para la Zona de Reserva Campesina la Perla Amazónica arrojó que para el paisaje de Planicie aluvial, el 77,75 % del área debe ser destinada para la restauración (Tabla 30), situación que a simple vista resulta compleja para los sistemas productivos desarrollados en la región por los usuarios adscritos al proyecto, panorama que a partir del desarrollo de la asignación de las Herramientas de manejo del Paisaje cambia, ya que mediante las distintas Herramientas de manejo del paisaje se pueden instaurar sistemas de restauración diversos como las cercas vivas, árboles dispersos, bancos de proteínas entre otros, estrategias que productivamente aportan recursos a los usuarios y ecológicamente proporcionan vías de restauración a los diferentes ecosistemas presentes en la región.

Tabla 30. Zonificación Agroambiental a nivel de Paisaje.

Zona agroambiental	Área ha			
	Paisaje			
	Lomerio	%	Planicie aluvial	%
Conservación	1372,05	38,28	4554,45	22,20
Enriquecimiento forestal	1424,97	39,76	0,00	0,00
Restauración	266,78	7,42	15050,88	77,75
Sistema productivo sostenible	52,30	1,46	0,00	0,00
Sistema silvopastoril	468,86	13,08	0,00	0,00
N/A	N/A	N/A	11,44	0,06
TOTAL	3584,96	100,00	19617	100,0

Fuente: presente proyecto.

Pensando en una estrategia para que esta zona de restauración se conjugara con las propuestas productivas planteadas por los usuarios adscritos al proyecto y con las acciones adelantadas por la Asociación de Desarrollo Integral Sostenible Perla Amazónica ADISPA, se toma como fuente de información la zonificación ambiental realizada por ADISPA (Figura 59) e incluida en la zonificación Agroambiental buscando integrar las zonas de restauración del SINCHI (Figura 60) y obtener sistemas de enriquecimiento forestal.

Figura 59. Zonificación ambiental – ADISPA.

Fuente: ADISPA, 2020.

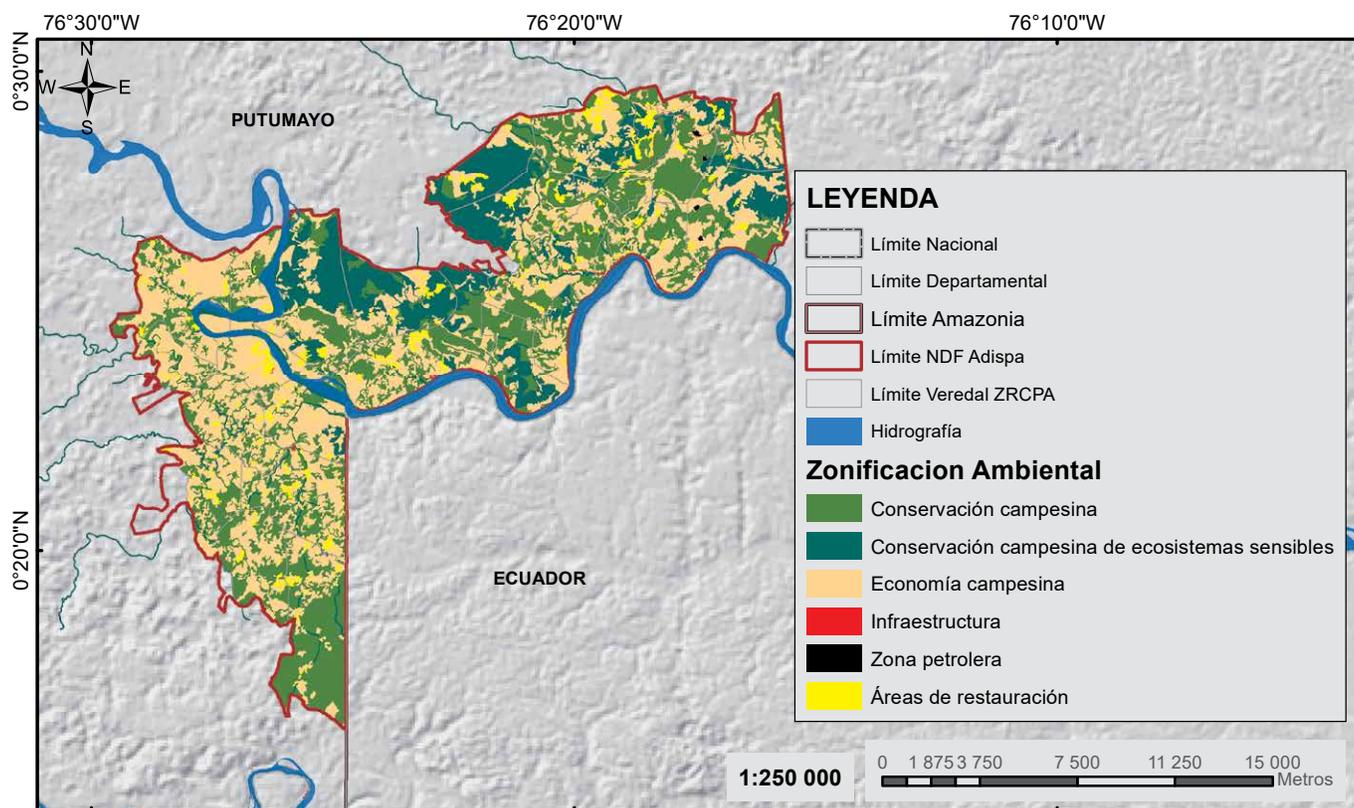


Tabla 31. Zonificación Ambiental ADISPA.

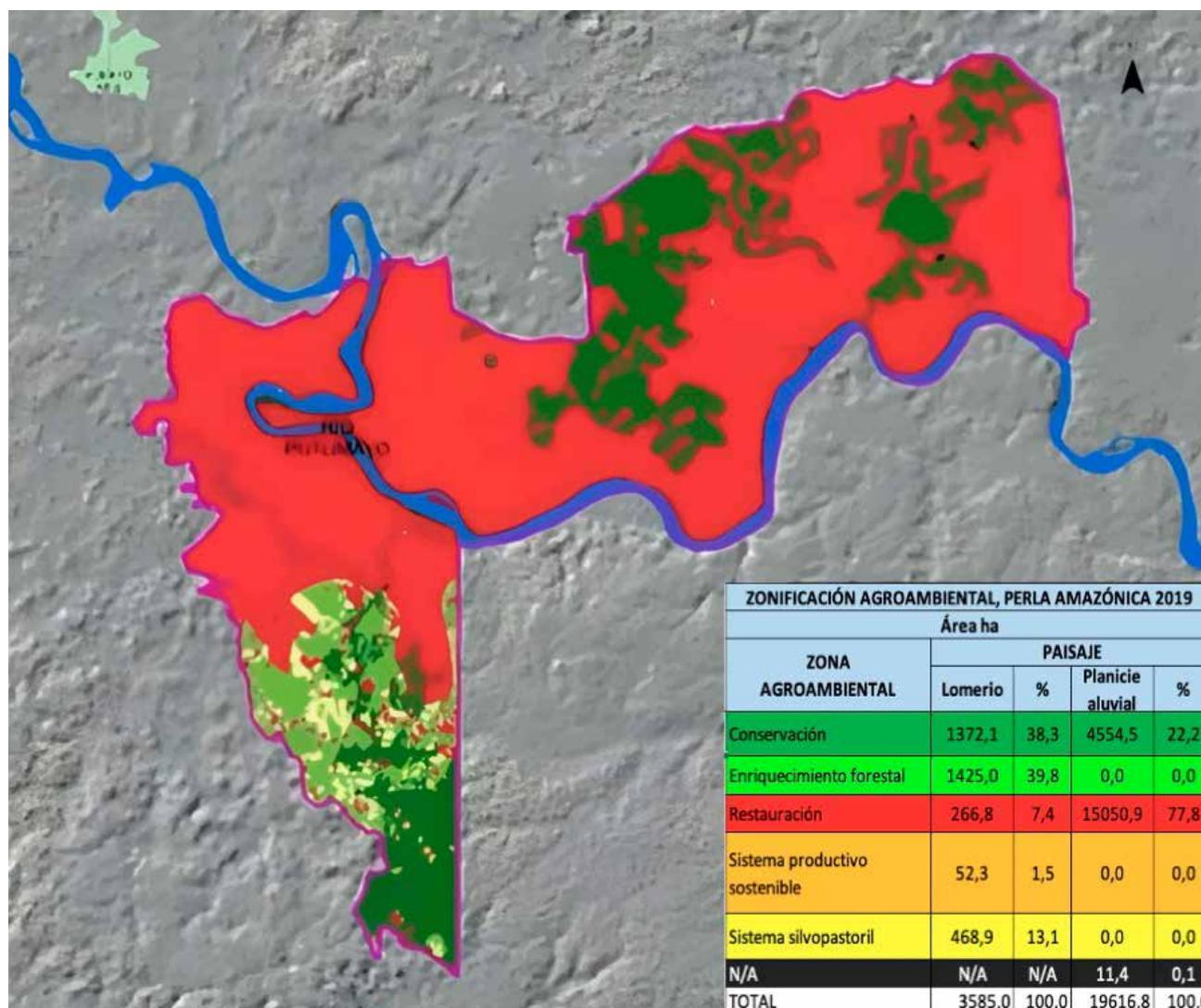
ZONA AMBIENTAL	Área ha			
	PAISAJE			
	Lomerio	%	Planicie aluvial	%
Conservación campesina	1995,88	54,49	5707,27	30,28
Conservación campesina de ecosistemas sensibles	166,67	4,55	4293,74	22,78
Economía campesina	1290,02	35,22	7876,24	41,79
Infraestructura	0,04	0,00	34,42	0,18
Áreas de restauración	210,55	5,75	920,25	4,88
Zona petrolera	0,00	0,00	15,57	0,08
TOTAL	3663,16	100,0	18847,49	100,0

Fuente: presente proyecto.

Figura 60. Zonificación agroambiental año 2019 ZRC Perla Amazónica.

Fuente: Presente Proyecto.

En la Tabla 31 se observa que para el paisaje de planicie aluvial la categoría de economía campesina es el área que más área ocupa en el territorio con 7876 ha (42%), y coincide en gran medida en ocupación y localización con las áreas de restauración del paisaje de Planicie Aluvial de la Zonificación agroambiental (Figura 60).



Para tal fin se reemplaza la matriz de decisión realizada con el Estado Legal del Territorio por la capa de información de la zonificación ambiental de ADISPA (Tabla 32), buscando dar mayor peso a la Zonificación realizada por ADISPA y con el objeto de que las zonas de enriquecimiento forestal aumenten en donde se zonificó como economía campesina.

Tabla 32. Matriz de decisión zonif_4.

Zonif_4						
Zonif_3	Zonificación ambiental - ADISPA					
	Conservación campesina	Conservación campesina de ecosistemas sensibles	Economía campesina	Infraestructura	Zona petrolera	Áreas de restauración
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Sistema productivo sostenible	Conservación	Conservación	Sistema productivo sostenible	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Sistema silvopastoril	Conservación	Conservación	Sistema silvopastoril	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Fuente: presente proyecto.

Al realizar estos cruces en la matriz de decisión se obtiene que las áreas tanto en el paisaje de Lomerío como de Planicie Aluvial variaron en sus porcentajes, pero no de manera significativa como podemos observar en la Tabla 33.

Tabla 33. Zonificación agroambiental.

Zona agroambiental	Área ha			
	Paisaje			
	Lomerío	%	Planicie aluvial	%
Conservación	1538,59	42,00	3693,85	19,6
Enriquecimiento forestal	1280,11	34,95	0,96	0,01
Restauración	440,01	12,01	15141,24	80,34
Sistema productivo sostenible	35,95	0,98	0,00	0,00
Sistema silvopastoril	368,54	10,06	0,00	0,00
N/A	0,00	0,00	11,44	0,06
TOTAL	3663,20	100,0	18847,49	100,0

Fuente: presente proyecto.

Debido a que los resultados de los cruces de información en la matriz de decisión, no arrojaron cambios significativos con respecto a las áreas de economía campesina y áreas de restauración se utilizó otra estrategia para dar más peso al componente de la zonificación ambiental de ADISPA, por lo tanto, se replantean los atributos dados en la matriz de decisión, en donde a las zonas de restauración que se traslapan con las zonas de economía campesina se les da el atributo de enriquecimiento forestal (Tabla 34).

Tabla 34. Matriz de decisión.

Zonif_4						
Zonif_3	Zonificación ambiental - ADISPA					
	Conservación campesina	Conservación campesina de ecosistemas sensibles	Economía campesina	Infraestructura	Zona petrolera	Áreas de restauración
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Sistema productivo sostenible	Conservación	Conservación	Sistema productivo sostenible	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Sistema silvopastoril	Conservación	Conservación	Sistema silvopastoril	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración
Restauración	Restauración	Restauración	Enriquecimiento forestal	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

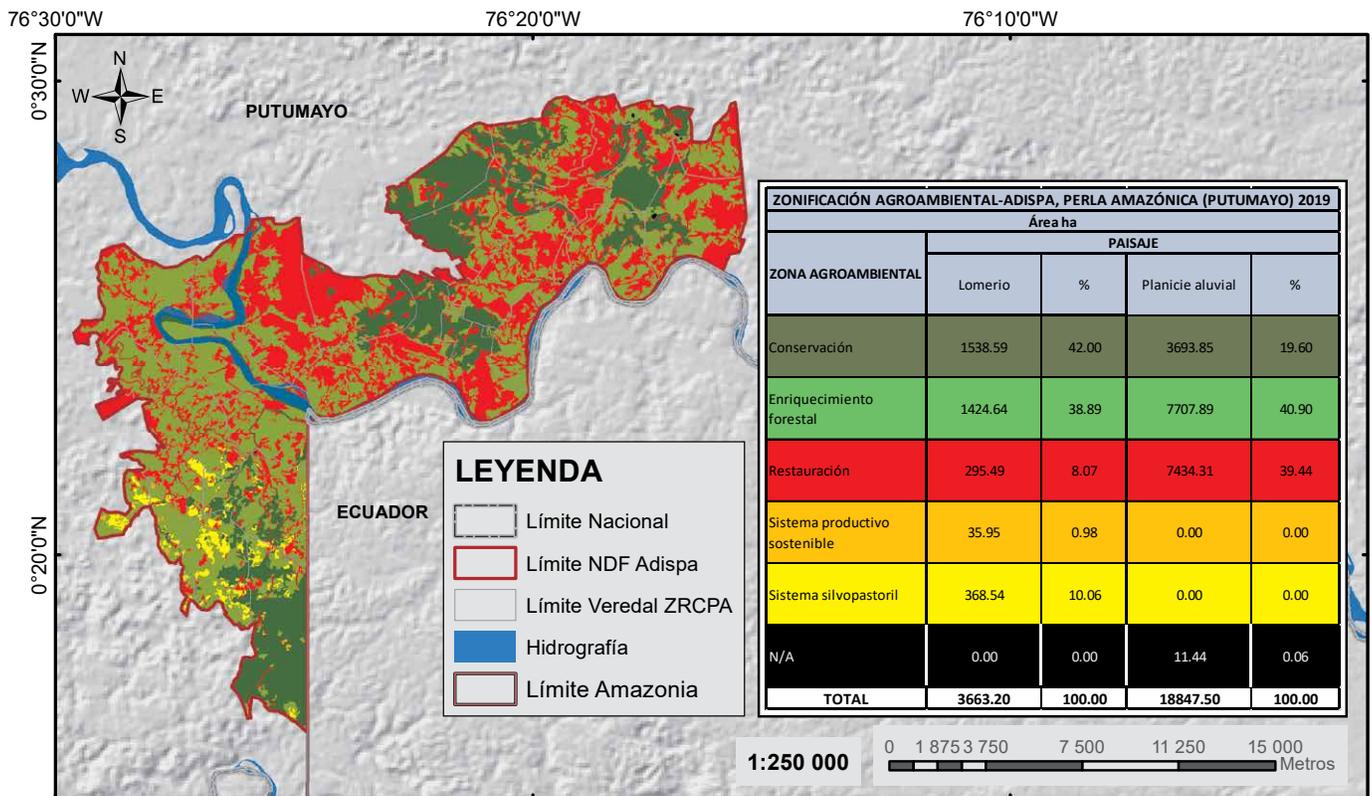
Fuente: presente proyecto.

Al realizar este cambio en la matriz de decisión se observa que el resultado frente a las áreas de restauración y economía campesina que se traslapan el cambio fue realmente significativo para las áreas de restauración y enriquecimiento forestal, en el paisaje de lomerío pasaron de tener 1280 ha (35%) a 1424 ha (39%) de enriquecimiento forestal y de 440 ha (12%) a 295 ha (8%) de restauración y en el paisaje de planicie aluvial de 0,96 ha (0,01%) a 7707 ha (41%) de enriquecimiento forestal y de 15141 ha (80%) a 7434 ha (39%) de restauración (Tabla 34, Tabla 35 y Figura 60).

Tabla 35. Zonificación agroambiental.

ZONA AGROAMBIENTAL	Área ha			
	PAISAJE			
	Lomerío	%	Planicie aluvial	%
Conservación	1538,59	42,00	3693,85	19,60
Enriquecimiento forestal	1424,64	38,89	7707,89	40,90
Restauración	295,49	8,07	7434,31	39,44
Sistema productivo sostenible	35,95	0,98	0,00	0,00
Sistema silvopastoril	368,54	10,06	0,00	0,00
N/A	0,00	0,00	11,44	0,06
TOTAL	3663,21	100,0	18847,49	100,0

Fuente: presente proyecto.



Al tener acceso a la zonificación ambiental realizada por ADISPA se observa que muchas de las áreas de restauración obtenidas en la zonificación agroambiental desarrollada por el Instituto SINCHI se traslapan con las zonas de economía campesina planteadas por ADISPA en su zonificación ambiental dando lugar a una semejanza con las zonas productoras protectoras como se plantea en el documento Modelo de enriquecimiento 10: Sistema de enriquecimiento de bosque realizado por el Instituto SINCHI en el 2017, en donde se menciona “Las áreas forestales protectoras-productoras, se definen como las zonas que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales para proteger los Recursos Naturales Renovables y que, además, puede ser objeto de actividades de producción sujeta necesariamente al mantenimiento del efecto protector (Decreto 2811 de 1974)”. Lo anterior se consolida como trascendente en la visión desarrollada por ADISPA en su PDS (2012), ratificado bajo el Instituto SINCHI, generando un gran valor al trabajo colaborativo en la elaboración y diseño de Paisajes Productivos Sostenibles.

De acuerdo a esto, el designar en estas zonas de traslape de restauración y de economía campesina como zonas de enriquecimiento forestal va en concordancia con las áreas protectoras productoras por su definición y objeto (Dec 2811 de 1974), ya que “El modelo de enriquecimiento forestal, consiste en un arreglo de regeneración de bosque artificial, donde la regeneración natural es complementada con la plantación de especies forestales nativas comercialmente valiosas” (Flores, 2002 en SINCHI 2017), sistema que busca como objetivo “proteger el recurso hídrico a través de la implementación del modelo de enriquecimiento forestal en áreas forestales protectoras-productoras, como una alternativa que permite conservar los cuerpos de agua, y su vez generar ingresos económicos a largo plazo mediante el aprovechamiento de especies maderables finas” (SINCHI 2017).

Figura 61. Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental 2019, ADISPA, ZRC Perla Amazónica

Fuente: Presente Proyecto.

Como se menciona este objeto que va acorde a lo requerido en las áreas de restauración para el paisaje de Planicie Aluvial ya que las áreas que han sido repobladas o colonizadas por vegetación leñosa de distinto tipo, y en las que se formaron acumulaciones de sedimento y restos de plantas durante avenidas del río, se comportan como “Hot-spots” o puntos calientes de actividad enzimática en el suelo, corroborando el objeto del PDS ZRC Perla Amazónica(2012), al constituirse como un ecosistema transformado con una apuesta a la protección de la biodiversidad del territorio.

Lo anterior ratifica claramente el papel que la rehabilitación de factores primarios de control (en este caso, la sucesión vegetal y la dinámica fluvial) ejerce sobre la recuperación del patrón de mosaico cambiante que caracteriza a los procesos ecológicos en los suelos de bosques naturales en llanuras aluviales (Carreira J. A. y otros 2008), dando así paso a la restauración de ecosistemas a partir de sistemas de enriquecimiento forestal soportados en que “existen tres posiciones diferentes con respecto al significado de la restauración ecológica, se mencionan dos: una visión fundamentalista, consistente en considerar la restauración como un retorno a las condiciones existentes en las comunidades naturales originales de cada región, incluida la diversidad biológica original incluso logrando nuevamente cierta estabilidad sin necesidad de manejo posterior.

El retorno a la situación original puede aún ser posible en zonas perturbadas de lugares como reservas de la naturaleza en las que sólo una parte de la comunidad original ha sido alterada; en cambio, en muchos sitios sólo será posible aplicar una segunda opción más práctica y que puede combinarse con actividades productivas. En este caso la restauración ecológica estaría dirigida a tratar de recuperar las principales funciones ambientales del ecosistema original, que permitan mantener la estabilidad en la fertilidad, la conservación del suelo y el ciclo hidrológico, aunque parte de la diversidad se haya perdido, la estabilidad del sistema tenga que ser manejada y algunas especies extrañas previamente inexistentes hayan ingresado al área” (Vázquez Y. C., y otros 2001). Situación propicia para algunos sectores en los que se implementarán estrategias de restauración con los usuarios del proyecto mediante sistemas productivos por los que se restaurarán ecosistemas disturbados.

- **Análisis de resultados.** La Zonificación Agroambiental arrojó que para el paisaje de Planicie aluvial, el 40% del área debe ser destinada para la restauración, situación que a simple vista resulta compleja para los sistemas productivos desarrollados en la región por los usuarios adscritos al proyecto, panorama que a partir del desarrollo de la asignación de las Herramientas de manejo del Paisaje cambia, ya que mediante las distintas Herramientas de manejo del paisaje se pueden instaurar sistemas de restauración diversos como las cercas vivas, árboles dispersos, bancos de proteínas entre otros, estrategias que productivamente aportan recursos a los usuarios y ecológicamente proporcionan vías de restauración a los diferentes ecosistemas presentes en la región.
- **Actividades desarrolladas para avanzar en el logro del producto y sus resultados relacionados.** Enfocados en la planificación predial participativa, donde según Ruth Saavedra Guzmán 2001 “Actuar en el presente con una visión de futuro, buscando los medios para lograr los cambios deseados y posibles”, se han desarrollado actividades que hacen evolucionar tanto el ámbito socio-ambiental, sino que también el económico, político y cultural, para llevar la planificación a diferentes contextos locales, además de asentar metas a corto, mediano y largo plazo, contribuyendo a un mejor ecosistema, pero al mismo tiempo determinando que las características dinámicas al interior de cada uno son diferentes y se deben caracterizar para determinar el manejo de cada zona diferenciada.

De esta manera las interacciones que determinan el funcionamiento ecológico del sistema territorial son responsables esenciales de la estructura de los paisajes y su dinámica, es así que la adecuada implementación de la planificación predial, llevara a un adecuado

manejo forestal, restaurando la conectividad, elaborando un ordenamiento forestal y la zonificación, además de los planes de aprovechamiento y de comercialización de las maderas y frutos del bosque, para llegar a un plan de manejo ejecutable bajo la regulación de un sistema dado que debe ser sostenible y sustentable en el tiempo.

Para cumplir las actividades del proyecto Amazonia Sostenible para la Paz, se desarrollan acciones encaminadas al desarrollo de las actividades propuestas, así se visitan a los beneficiarios del proyecto para realizar el levantamiento de información primaria en campo, de los predios de los beneficiarios, y de la zona, para entender la dinámica de los ecosistemas, de la ZRC Perla Amazónica, junto con ADISPA y el apoyo del equipo del PNUD.

Restauración productiva participativa

Vivero Tierra Nueva

Otra de las iniciativas de las comunidades de la creación de un vivero donde puedan recuperar esas especies que se han ido disminuyendo con el tiempo por la expansión de la frontera agrícola. Esta iniciativa siguió fortaleciéndose con el trabajo del grupo de mujeres MEMPA (Mi Nombre es Mujer Perla Amazónica), con jornadas de recolección de semillas y embolsado de las mismas, generando así un espacio destinado para la construcción del vivero que tiene como nombre Tierra Nueva.

Figura 62. Proceso de llenado de bolsas en Vivero Tierra Nueva.



El Instituto SINCHI brindó capacitaciones y vistas técnicas y fortalecimiento administrativo a la Asociación ADISPA para la adecuación del Vivero Tierra Nueva, de esta forma realiza el plano para la ampliación del espacio en área, para mayor capacidad en eras de germinación y endurecimiento y demás requerimientos necesarios para el cumplimiento de los requisitos de la normatividad 0780006 del 2020 y tiene la capacidad para la producción continua de 150000 plántulas anualmente de especies maderables de alto valor comercial y de especies de frutales amazónicos (Figuras 63, 64, 65 y 66).

El vivero cuenta con las siguientes características (Figura 67):

- Germinadores son lugares preparados para la germinación y desarrollo inicial de las plantas se realizó en bloque con unas medidas de 10m x 1 m, y se adecuaron 10 germinadores, estos se rellenarán, con suelo, gravilla y arena de río.
- Camas de cría: Son los lugares donde se trasplantan y crecen las plántulas, después que salen del semillero, hasta que estén lista para ser plantada en campo, Las camas de cría tienen unas medidas de 10m x 1,20 m, se armaron 26 camas.
- Depósito de agua: Para el riego del vivero y suministro de agua se instaló 1 tanque cilíndrico de 10.000 litros.
- Bodega Para los depósitos de los abonos y herramientas se requiere la construcción de una bodega de 4m x 4m encerrada.
- Depósito de sustrato y embolsado 10 m x 6 para la preparación del sustrato y embolsado.

Figura 63. Vista general Vivero Tierra Nueva ZRC Perla Amazónica



De esta manera, el vivero cuenta con una capacidad superior a las 175 mil plántulas al año, y esta certificado bajo la resolución No 00011025 de junio de 2022, estas plántulas son colectadas por las familias que habitan en el área de ZRCPA y de la misma manera son después distribuidas a las mismas familias para que realicen restauración de áreas implementando diferentes herramientas del manejo del paisaje tal como el sistema silvopastoril, sistema agroforestal, sistema de enriquecimiento forestal y protección de ronda hídrica, de esta manera lograr generar corredores de conectividad de paisajes, contribuyendo a la cero deforestación y aportando a la recuperación de especies nativas de la amazonia.



Figura 64. Plántulas creciendo en Vivero Tierra Nueva ZRC Perla Amazónica

Figura 65. Cargue de material vegetal de las familias para llegar a sus predios.

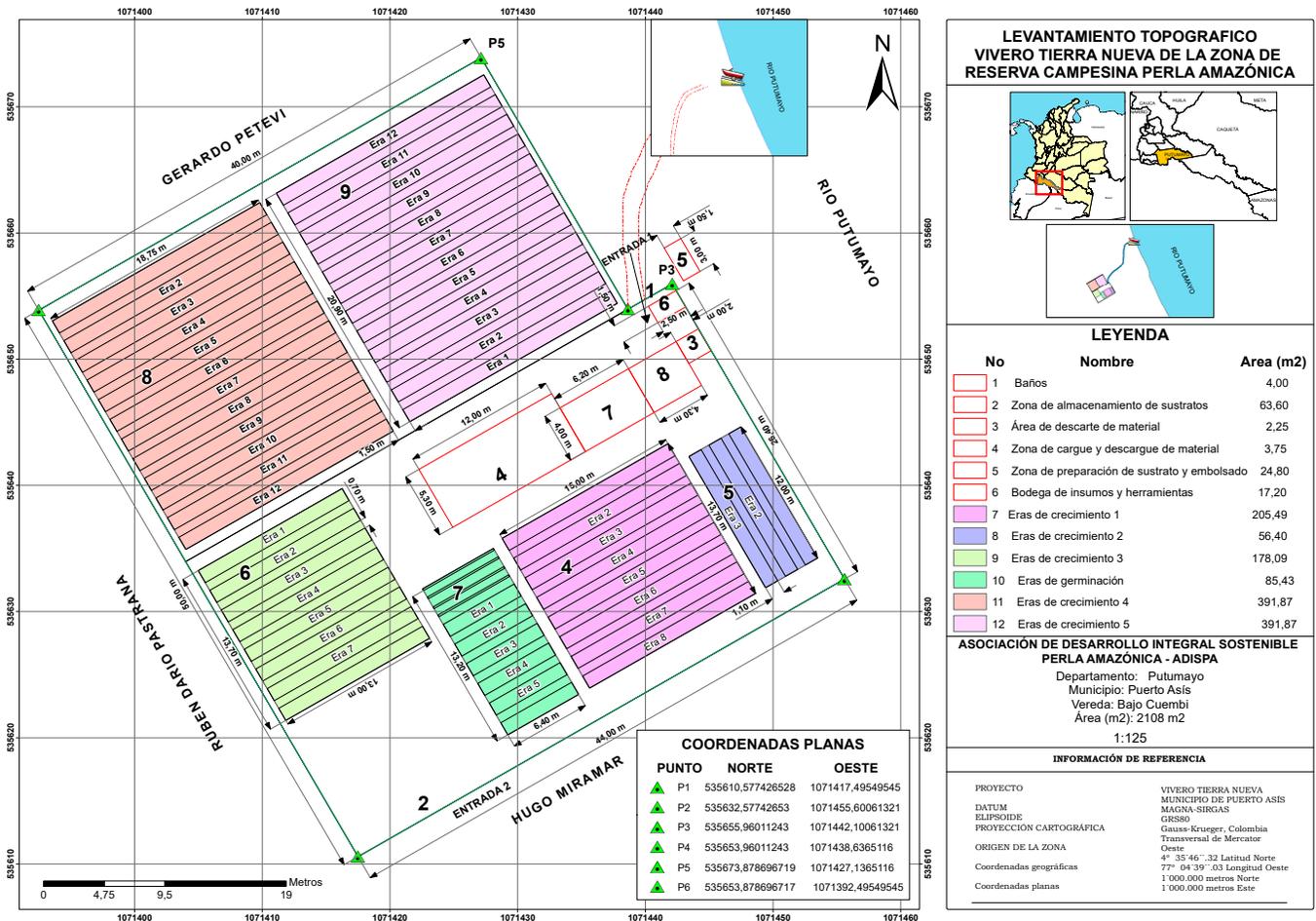


Entre las especies propagadas en el Vivero Tierra nueva se encuentran (Tabla 36):

Tabla 36. Especies propagadas en el Vivero Tierra Nueva ZRC Perla Amazónica

Nombre Común	Nombre científico
Abarco	<i>Cairinia pyriformis</i>
Asaí cultivado	<i>Euterpe oleracea</i>
Asaí nativo	<i>Euterpe precatoria</i>
Baloso Rojo	<i>Ocroma pyramidale</i>
Barbasco ahumado	<i>Minuartia guinensis</i>
Barbasco blanco	<i>Vilex klugii</i>
Bilibil	<i>Guarea silvalia</i>
Brasil	<i>Aspidosperma desmanthum</i>
Caimo Rojo	<i>Chrysophyllum cainito</i>
Camu camu	<i>Myrciaria dubia</i>
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata L</i>
Chiparo	<i>Zigya longifolia</i>
Copoazú	<i>Theobroma grandiflorum</i>
Costillo	<i>Ampelocera albertae</i>
Costillo	<i>Ampelocera albertiae</i>
Fono Rojo	<i>Escweilera Coriacea</i>
Macano	<i>Terminalia</i>
Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>
Palma milpesos	<i>Oenocarpus batava</i>
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>
Sangre Toro	<i>Ampelocera albertae</i>
Tara marfil	<i>Simarouba amara</i>
Volador	<i>Ceiba samaura</i>

Figura 66. Plano del Vivero Tierra Nueva.



Planificación predial para la restauración

Para la realización del “Taller de concertación de Plan Predial”, se realizaron 4 reuniones generales, donde se contó con la amplia participación comunitaria y donde, se explicó de manera minuciosa en qué consistía la nueva etapa del proyecto y que beneficios traería y recibirían a cambio por la conservación de bosques e implementación de cada uno de los sistemas que componen las Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP) en sus predios.

Después de finalizar la socialización con los beneficiarios se procede con cada uno a realizar el ejercicio de diseño predial reajustando el mapa y la información del uso actual del suelo que tiene o que posee cada predio exaltando e incluyendo las Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP) las cuales se encuentran conformadas por: sistemas silvopastoriles, sistemas de enriquecimiento, sistemas agroforestales, rondas hídricas, corredores biológicos, restauración individual y comunitaria, entre otros. Se destaca la formación práctica recibida por los integrantes de la comunidad, en lo referente a la metodología, orientada por los técnicos y promotores.

Para realizar la actividad se entrega un pergamino en blanco, el cual debe ir sobre el mapa de zonificación agroambiental de cada predio (que cada familia tiene) y empezar a diseñar su finca soñada, teniendo en cuenta los usos del suelo, usos económicos o la conservación para asegurar una buena producción, protección y restauración enfocado en el esfuerzo en cumplir con los objetivos planeados en el predio. Contando con el apoyo del técnico y siguiendo las siguientes recomendaciones se logra obtener el mapa de finca soñada. A continuación, se nombran paso a paso las acciones adelantadas:

- Concertación de la propuesta de finca deseada y plan predial con cada familia. (trabajo en grupo).
- Selección de materiales e insumos.
- Revisar mapa a mano alzada de las carteras de campo.
- Actualizar en el pergamino el mapa de mano alzada, dibujando: Casa y puerto, infraestructura productiva (galpones, corrales, estanques piscícolas, marraneras, etc), Humedales, Ríos, quebradas y nacimientos de agua, Cultivos productivos, Áreas de conservación (bosques, rastrojos, entre otros), Delimitar HMP que ya implemento en sembratón.
- Verificar si la familia hace parte de las áreas de interés comunitario (buscar en lista y mapa de AIA)
- Escanear el mapa de uso actual, actualizado antes de diseñar la finca deseada. Que sea visible y en PDF.
- Diseñar la finca deseada con la familia, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones: Ronda hídrica (Ríos, caños, nacimientos) (Decreto 2811/74, recomienda para ríos y caños 30 metros y nacimientos 100 metros), Áreas de restauración comunitaria (Humedales, recomienda 30 metros), HMP a implementar, Actividades productivas deseadas, Corredores biológicos (presencia de fauna), Turismo comunitario, Infraestructura soñada
- Escanear el mapa finca deseada. Que sea visible y en PDF.
- Firma de acta

Mediante el proceso de cartográfica social se general los polígonos de finca soñada de cada una de las familias, participando en las 4 reuniones una totalidad de 158 familias, para las 12 familias faltantes se les realizó visita predio a predio. Para abordar esta

iniciativa, una vez se avanzó en el desarrollo de la implementación de la caracterización de los ecosistemas de referencia de las zonas aledañas de bosques, de la cartografía social y el vivero presentaba resultados, con el crecimiento de las especies propagadas, se diseñó un plan de siembras en el cual se establecieron en total 648 ha (Datos suministrados por, coordinadora de campo, 2023).

El número total de beneficiarios de esta iniciativa fue de 170, distribuidos en 20 veredas de la ZRC Perla Amazónica. Las veredas que mayor participación de usuarios registraron, fueron Agualongo, Chufiyá, Bajo Lorenzo y Bajo Cuembí. La distribución de esta área resultante se puede detallar en la Tabla 37 y se realizó a los resultados principales de la zonificación agroambiental y las herramientas de manejo del paisaje.

Tabla 37. Herramientas de manejo del paisaje de restauración productiva participativa implementadas en ZRC Perla Amazónica

Tipo	Área (ha)
Sistemas silvopastoriles	351,5
Sistemas agroforestales	35
Enriquecimiento forestal	262
Restauración comunitaria	67
Total	648

El sistema silvopastoril lo integra la siembra de 125 árboles por hectárea (Tabla 38). Se implementan en pasturas ganaderas dentro de la ZRC Perla Amazónica. Es una práctica que consiste en la combinación intencional de árboles, plantas forrajeras y ganado en la misma superficie buscando la estabilidad ambiental, social y económico. En este sistema se planea la plantación de 144 especies de valor comercial, siendo las siguientes: Roble 41 individuos, Cachicamo 41 individuos y Nogal 41 individuos. Esta se siembra en fajas o como han preferido las familias afiliadas al proyecto, como cercos vivos, sembrándolos entonces por los alambrados que rodean los potreros. Las especies implementadas son aptas para las condiciones de potrero, las cuales poseen poca o no tienen sombra, suelos compactados e incidencia directa y prolongada de luz solar.

Para la siembra es necesario la adecuación del terreno, con ahoyado de 40 cm * 40 cm * 40 cm, con una distancia de 4 metros entre árbol y 5 metros entre franjas, con un espacio para pastos de 12 metros. Este sistema se implementa acorde al predio del usuario, además de ser totalmente dócil de la manera donde lo puedan implementar (cercas vivas, división de potreros, etc), teniendo presente que se debe realizar aislamiento de los árboles maderables (Tabla 38).

Tabla 38. Sistema silvopastoril en ZRC Perla Amazónica

Nombre Común	Nombre científico	ARB/Ha HMP
Cachicamo	<i>Calophyllum</i>	17
Tara marfil	<i>Simarouba amara</i>	15
Macano	<i>Terminalia</i>	58
Capirón	<i>Calycophyllum</i>	6
Abarco	<i>Cairinia pyriformis</i>	13
Barbasco blanco	<i>Vilex klugii</i>	14
Bilibil	<i>Guarea</i>	2
TOTAL		125

En los sistemas agroforestales, el arreglo consta de 456 árboles los cuales poseen una parte de árboles frutales tales como el arazá, las palmas de asaí y mil pesos, algarrobo, camu camu, copoazu, cacao, maraco, entre otros (Tabla 39). Y con especies maderables de alto valor comercial como Barbasco Ahumado, Cedro, Caimo rojo, entre otros. Teniendo en cuenta que, en muchos casos, según el usuario, variaba la cantidad y proporción entre árboles y frutales, de acuerdo con la solicitud y el plan de establecimiento de cada uno de los usuarios del proyecto. Para la siembra es necesario la adecuando del terreno con franjas o picas de 2 metros de ancho, con una distancia entre ellas de 8 metros y una distancia de siembra entre arboles de 8 metros entre arboles maderables.

Tabla 39. Sistemas agroforestales en ZRC Perla Amazónica

Nombre Común	Nombre científico	ARB/Ha HMP
Copoazu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	44
Asaí nativo	<i>Euterpe precatoria</i>	41
Camu camu	<i>Myrciaria dubia</i>	31
Asaí cultivo	<i>Euterpe oleracea</i>	44
Caimo Rojo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	167
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	100
Palma milpesos	<i>Oenocarpus bataua</i>	23
TOTAL		450

En los sistemas de enriquecimiento forestal se sembraron alrededor de 250 individuos de especies maderables de alto valor comercial (Achapo 60 individuos, Abarco 70 individuos, Roble 50 individuos, Cachicamo, entre otros 70 individuos), en filas o callejones de 8 a 10 m de distancia y entre individuos a 5 metros.

Este sistema consta de 250 árboles con alto valor comercial, como el barbasco ahumado, el caimo rojo, el cedro, el abarco, el cachicamo, entre otros (Tabla 40). Estos se implementaron en bosques, vegetación secundaria o de regeneración, solamente requiere de surcos de 2 metros lineales, que deben limpiarse conservando individuos de interés, es decir no se debe talar, solamente limpiar arbustos y herbáceas que compitan por luz solar con la plántula sembrada, así como podar los más altos.

Tabla 40. Sistema enriquecimiento forestal en ZRC Perla Amazónica

Nombre Común	Nombre científico	ARB/Ha HMP
Brasil	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	2
Barbasco ahumado	<i>Minuartia guinensis</i>	200
Caimo Rojo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	20
Bilibil	<i>Guarea silvalia</i>	8
Tara marfil	<i>Simarouba amara</i>	7
Sangre Toro	<i>Ampelocera albertae</i>	2
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	1
Volador	<i>Ceiba samaura</i>	1
Costillo	<i>Ampelocera albertiae</i>	1
Fono Rojo	<i>Eschweilera coriacea</i>	8
TOTAL		250

El área restante, es decir 67 ha se destinaron para restauración comunitaria en zonas de interés comunitario en zonas de proximidad a humedales especialmente, con el fin de incentivar la conectividad entre uno y otro relicto de bosque, sembrando hasta 200 individuos por hectárea (Tabla 41).

Tabla 41. Restauración comunitaria en ZRC Perla Amazónica

Nombre común	Nombre científico	ARB/Ha HMP
Chiparo	<i>Zigya longifolia</i>	160
Copozú	<i>Theobroma grandiflorum</i>	20
Cacao Maraco	<i>Theobroma bicolor</i>	20
Total		200

Debido a la dificultad de algunas familias para la carga de material de la orilla del río hasta el predio, se brindó la oportunidad que ellos mismos recataran las semillas de sus bosques que tenían en conservación, explicándoles los detalles que deberían tener en cuenta para escoger las plántulas y de la misma manera las semillas, de esta forma 31 familias recuperaron semillas, dando un total de 89 hectáreas con semillas recuperadas de las siguientes especies (Tabla 42).

Tabla 42. Otras especies usadas para restauración en ZRC Perla Amazónica

No	Nombre común	Nombre científico
1	Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>
2	Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>
3	Casco de vaca	<i>Bauhinia picta</i>
4	Morera	<i>Morus alba</i>
5	Liberal	<i>Hibiscus</i> sp.
6	Amarillo	<i>Aniba</i> sp.
7	Gomo	<i>Erismia</i> sp.
8	Chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i>
9	Algodón	<i>Gossypium</i> sp.
10	Naranja	<i>Citrus</i> sp.
11	Hobo	<i>Spondias mombin</i>
12	Inchi	<i>Plukenetia volubilis</i>
13	Chiparo	<i>Zigya longifolia</i>

Evaluación de la implementación: En la Tabla 43 se detallan los valores de área y el valor de individuos sembrados por herramienta de manejo del paisaje y es seguimiento, basado en la mortalidad y supervivencia de las plántulas sembradas. Es de anotar que este procedimiento se realizó antes de finalizar totalmente la siembra, y se realizó, con el fin de conocer y proyectar resultados esperados y calcular un número aproximado de plántulas a resembrar.

Tabla 43. Evaluación preliminar de la implementación Herramientas de manejo del paisaje de restauración productiva participativa implementadas en ZRC Perla Amazónica

Herramienta de Manejo del Paisaje HMP	No. Hectáreas implementadas	No. Plántulas sembradas	Supervivencia en porcentaje
Sistema silvopastoril	243	30375	62
Sistema agroforestal	25	11250	93
Enriquecimiento forestal	203	50750	48
Restauración comunitaria	58,5	11700	97

Las revisiones se realizan después de 15 días entregado el material vegetal, tiempo suficiente para sembrarlas y estas enraícen. Para ello hizo la debida verificación a cada familia a la que fue entregada, revisando la siembra, los surcos realizados, la manera de siembra y medición de estas con el fin de realizar un diagnóstico del estado en que se encuentran, si los afectó alguna plaga, si hubo daño mecánico, si hubo mortalidad, si fueron bien sembrados entre otras.

La verificación consistió también en revisar paso a paso la siembra del material vegetal que se le entregó a cada beneficiario, los cuales se comprometieron a establecer y cultivar las parcelas que seleccionaron para la implementación de las Herramientas de Manejo del Paisaje (sistema de enriquecimiento forestal, sistema agroforestal, sistema silvopastoril y ronda hídrica). Para la siembra adecuada de las plántulas el técnico de apoyo dio instrucciones a cada familia beneficiaria. En las visitas de seguimiento se verificó: tipo de sistema que seleccionó, especies vegetales sembradas e implementadas, mantenimiento de la plantación, altura total de la planta, número de árbol, número de surco, distancia de siembra, mortalidad, estado fitosanitario, daños mecánicos, estado actual de la plantación, recomendaciones (recoger bolsas, señalar las plántulas, realizar plateau, riego, resembrar con especies propias del bosque (maderables), entre otras actividades culturales), compromisos que se hicieron entre el usuario y la institución y por último se tomaron coordenadas para identificar el área sembrada para seguir haciendo seguimiento y monitoreo a las HMP o sistemas (plantación, cuidado-cultivo de especies vegetales nativas para la conservación de la biodiversidad y diversidad de la Amazonia).

Para el proceso de inventario en campo el equipo técnico se articula con los promotores campesinos de la zona, el cual permite la transferencia de conocimientos de ambas partes, estos promotores son parte de las comunidades de las cuales tiene presencia el proyecto, de esta manera se fortalece el tejido social y fortalece los procesos de restauración ecológica. Se concluye, que la restauración productiva participativa es un método participativo de implementación de la estrategia de conectividad y diseño de paisaje productivo sostenible dada la amplia participación social y el amplio fortalecimiento de las capacidades comunitarias.

Figura 67. Visitas de verificación de siembra.



Bibliografía

- Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva Forestal, Madera, Tableros, Muebles y Productos de Madera – 2011
- Asociación de Desarrollo Integral Sostenible Perla Amazónica ADISPA. 2019. Propuesta de Ordenamiento Territorial Alternativo. Zona de Reserva Campesina Perla Amazónica.
- Barrera, Jaime Alberto; Hernández, María Soledad; Carrillo, Marcela Piedad; Bardales I. Ximena Leticia; Álvarez M., Alejandro; Bucheli L., Pilar Eugenia. La cadena productiva del ají en el departamento de Vaupés: una alternativa sostenible. Jaime Alberto Barrera G.; María Soledad Hernández G.; Marcela Piedad Carrillo B.; Ximena Leticia Bardales I.; Alejandro Álvarez M.; Pilar Eugenia Bucheli L. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI, 2007
- Betancurt P. B., Rodríguez L. C. H., Garzón G. M.T. 2015. Línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el Caquetá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. Bogotá D.C. Colombia.
- Binswanger, H. 1995. Relaciones de producción agrícola, poder, distorsiones, insurrecciones y reforma agraria. Revista Nacional de Agricultura, SAC: 912-913.
- Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica.
- Carvajal, J., Méndez, A., Piñeros, R., Mora, J. 2014. Tipología de fincas, capital social y cobertura arbórea en el cañón de Anaime (Tolima)En: Agroforestería Neotropical. N° 4: 40-50p.
- Castaldo, A., Acero de la Cruz, R., García Martínez, A., Martos, J., Pamio, J., Mendoza García, F. 2003. Caracterización de la invernada en el nordeste de la provincia de La Pampa (Argentina). XXIV Reunión Anual de la Asociación argentina de Economía Agraria. Río Cuarto. Argentina.
- Castel, J. M., Mena, Y., Delgado-Pertínez, M., Camúñez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzmán-Guerrero, J.L., alcalde, M.J. 2003. Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. Small Ruminant Research. N° 47. Pág. 133-143.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo UNCTAD 2007.

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Espinoza-Alzate, J., León-Sicard, T., Ríos-Osorio, L. 2015. Tipología y usos del suelo en Agroecosistemas del Valle del Guamuez, Putumayo-Colombia. Soc. y Nat., Uberlândia, 27 (2): 255-266, mai/ago/2015.
- Hermida D. M. A y Barrera G. J. A. 2019. Manual de tipificación y clasificación de sistemas de finca Instructivo para técnicos. Ajustado para Visión Amazonia REM pilar 3. Versión 1.0. Instituto SINCHI. Bogotá D.C. Colombia. <https://www.patrimonionatural.org/wp-content/uploads/TDR-PMF-Nueva-Illusion-20082020.pdf>
- Instituto colombiano de Desarrollo Rural (Incoder). 2013. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución Número 1133. 12p.
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y Asociación de Desarrollo Integral Sostenible Perla Amazónica ADISPA. 2012. Actualización Plan de Desarrollo Sostenible. Zona de Reserva Campesina Bajo Cuembí-Comandante 2012-2063. Convenio No.0616 de 2011. Humanidad Vigente Corporación Jurídica, Subgerencia de Tierras INCODER.
- Instituto SINCHI. 2019. Negocios Verdes en Vista Hermosa (Sur del Meta): Una Respuesta para la Paz. Convenio SINCHI-Unión Europea. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá D.C.
- Laurent, C. 1988. A farm typology a product and a tool for a development programme. In: Fanning Systems Research an Extension Symposium. Fayetteville, USA.
- Leonor Valenzuela, Mariana Sarmiento, Mónica Ramírez, Lina María Caro, Isaac Goldstein, Germán Forero, Padu Franco. Versión 1.0 Documento para discusión 1 Diseño: El Bando Creativo. 2015. Marco conceptual para el monitoreo y la toma de decisiones: una aplicación para la región del piedemonte andino amazónico.
- Macedo, R., Galina, M.A., Zorrilla, J.M., Palma, J.M., Pérez Guerrero, J. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. Archivos de Zootecnia. Vol 52. N° 200. Pág. 463-474.
- MADS, 2020. <https://visionamazonia.minambiente.gov.co/news/intercambios-virtuales-de-las-comunidades-que-implementan-nucleos-de-desarrollo-foretal/>
- MADS. 2014. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa Regional de Negocios Verdes
- Mainar, R.C., Cuesta, P., Méndez, I., Asensio, M.A., Domínguez, L., Vázquez-Boland, J.A. 1993. Caracterización de la explotación ovina y caprina de la C.A.M. mediante encuestas y análisis multivariante: Bases para una planificación en ganadería y sanidad animal. SEOC XIX.
- Manchado, M., Nicholls, C., Márquez, S., Turbay, S. 2015. Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. 1 (33):69-83p.

- Mantilla, J., Arguello, A., Méndez, H. 2000. Caracterización y tipificación de los productores de cacao del Departamento de Santander. Corpoica. Regional siete. Programa regional de sistemas de producción. 41p.
- Manual de valuación rural, 2009. Programa para el Fortalecimiento del Régimen municipal y Desarrollo Local en Honduras. Serie de procesos técnicos de catastro. N° 3. 64 pp.
- Massiris, Á. (2018). Gestión del territorio para usos agropecuarios: bases para la formulación de política pública. Segunda edición. Bogotá: UPRA.
- Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Comercio Exterior, Ministerio de Desarrollo Economico, Departamento Nacional de Planeación y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2000. Plan Nacional de Desarrollo Forestal PNDF. Bogotá D.C.
- Pardos Castillo, L., Sáez Olivito, E., González Santos, J.M., Allueva Pinilla, A. 1999. Caracterización técnica de explotaciones ovinas aragonesas mediante métodos estadísticos multivariantes. SEOC. XXII.
- Paz, R., Lipshitz, H., Álvarez, R., Usandivaras, P. 2003. Diversidad y Análisis Económico en los sistemas de producción lecheros caprinos en el área de riego Del Río Dulce-Santiago del Estero-Argentina. ITEA Vol. 99 A N° 1. Pág. 10-40.
- Peña Briceño, Luis Carlos; Amado Loaiza, Any Catherine; Samacá Saenz, Renata; Rodríguez Rondón, Juan Manuel; Torres Torres, Giovanna Ignacia; Arenas Pulido, Juan Carlos; Vera Estupiñan, Ginna Fernanda; López Castillo, Armel Gustavo, Murcia García, Uriel Gonzalo; Melgarejo Pérez, Luis Felipe; Alonso González, Juan Carlos. 2016. Orientaciones para reducción de la deforestación y degradación de los bosques: Ejemplo de la utilización de estudios de motores de deforestación en la planeación territorial para la Amazonia colombiana. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y GIZ.
- Pinto, A. y Ramírez, J. 2018. Formulación de unidades de planificación rural (UPR). Bogotá: UPRA.
- Plan de Acción Núcleo Forestal Chocó PDANFC. 2018. Misión de Crecimiento Verde Global Green Growth Institute GGGI–Departamento Nacional de Planeación DPN
- Plan De Acción Para La Reforestación Comercial – PAREC- 2011
- Ramírez Lara, C.A. y Barrera García J.A. 2020. Metodología de zonificación para áreas de desarrollo agroambiental en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Meta a Escala 1:25000. Documentos de Debate SINCHI. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá
- Rapey, H., Lifran, R. Valadier, A. 2001. Identifying social, economic and technical determinants of silvopastoral practices in temperate uplands: results of a survey in the Massif central region of France. Agricultural Systems N° 69. Pág. 119- 135.
- República de Colombia. Ley 811 de 2003. Rescatado: 20220301
- Rodríguez León, Carlos Hernando, Sterling Cuellar, Armando (Editores). 2020. Sucesión ecológica y restauración en paisajes fragmentados de la Amazonia colombiana. Tomo 1. Composición, estructura y función en la sucesión secundaria. Carlos Hernando Rodríguez León, Armando Sterling Cuellar, (Eds.). Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Rosset, P. 1999. Las múltiples funciones y beneficios de la agricultura campesina en el contexto de las negociaciones del comercio mundial. Food First. The Institute for Food and Development Policy, Policy Brief., Oakland, CA, USA.

SINCHI Revista Colombia Amazónica Vol 0 2007. Integrando la investigación científica a la gestión ambiental comunitaria La experiencia con ASCAL-G en el interfluvio Lozada-Guayabero Carlos H. Rodríguez, Uriel Murcia, Bernardo Betancurt , María del Mar Rendón, Diego Caicedo, Luis Joel Martínez, Luis A. Villa, Irma Omaira Maya Calpa y Luz Marelby Díaz López

SINCHI 2022. Plan Estratégico Institucional 2022-2032.

<https://www.sinchi.org.co/files/DOCUMENTOS%20INSTITUCIONALES/plan%20estrategico%20seguridad%20informacion/Plan%20Estrategico%20Institucional%202022-2032%20Ag07.pdf>

Rescatado 20231121

Sraïri, M. T., Lyoubi, R. 2003. Typology of dairy farming systems in Rabat Suburban region, Morocco. Archivos de zootecnia N° 52. Pág. 47-58.

Thenail, C.; Baudry, J. 2004. Variation of farm spatial land use pattern according to the structure of the hedgerow network (bocage) landscape: a case study in northeast Britany. Agriculture, Ecosystems and Environment 101(1): 53-72.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). Plan de acción para el desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales para la obtención de madera 2018-2038. Bogotá: UPRA. Rescatado: 20220228

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA. Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales-Colombia, escala 1:100.000. Memoria técnica. Bogotá D.C., 2014

Visión amazonia. 2020.

<https://visionamazonia.minambiente.gov.co/news/intercambios-virtuales-de-las-comunidades-que-implementan-nucleos-de-desarrollo-forestal/> Rescatado: 20220301

Visión amazonia. 2020.

<https://www.patrimonionatural.org.co/wp-content/uploads/TDR-PMF-Nueva-Ilusion-20082020.pdf> Rescatado: 20220301

Wanjiku K. J., Stellmacher T., Biber-Freudenberger L., Borgemeister C. 2018. Organic and conventional agriculture in Kenya: A typology of smallholder farms in Kajiado and Murang'a counties, Journal of Rural Studies, Volume 57, Pages 171-185, ISSN 0743-0167.

Ward J. H. 1963. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function, Journal of the American Statistical Association, 58:301, pp,236-244.

La primera edición de
*“Investigación participativa en
la Zona de Reserva Campesina la Perla Amazónica:
una apuesta para el fortalecimiento del núcleo de desarrollo forestal
en el paisaje y la conectividad del territorio.”*

Editado por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas
SINCHI

Corrección de estilo y diagramación en Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
se compuso en caracteres de las familias Georgia y Univers
y se imprimió sobre papel esmaltado de 150 gramos,
en los talleres de Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.

Bogotá (Colombia)
2024

La Zona de Reserva Campesina La Perla Amazónica está ubicada en Puerto Asís en el departamento de Putumayo y fue creada a través de la Resolución N°0069 del 18 de diciembre del 2000, para incentivar en las comunidades campesinas procesos de protección, conservación y desarrollo sostenible del sector rural. Esta Zona de Reserva Campesina es un escenario de desarrollo local–rural conformada por un ecosistema transformado, que se constituye en una estrategia jurídico-política de protección de la biodiversidad y del territorio, de construcción de paz y de defensa de la vida (INCODER y ADISPA 2012; ADISPA 2019).

Este documento reúne los conceptos claves aplicados a la intervención en el territorio para que el lector pueda tener claridad acerca del uso de la terminología. Continúa con la descripción del desarrollo de la investigación participativa en la ZRC Perla Amazónica, sus métodos, instrumentos y aplicaciones. En este capítulo se presenta además, el área de estudio, la caracterización de la vegetación de áreas de importancia ambiental y se hace una identificación de las especies útiles, con un inventario forestal participativo.

Se describen también las tipologías de Sistemas de Producción en la ZRC Perla Amazónica identificadas y se narra cómo se llevó a cabo la formulación de estudios técnicos para el aprovechamiento de productos forestales no maderables. Se registra como se llevó a cabo la planificación predial participativa, el seguimiento a acuerdos en ZRC ADISPA Perla Amazónica, la localización de las zonas monitoreadas, la definición de las variables de línea base, los indicadores de seguimiento Asociación ADISPA Perla Amazónica y el seguimiento a los acuerdos de conservación predios, como parte de la investigación participativa.

