

Tipificación, caracterización y sostenibilidad de los sistemas productivos en los paisajes de montaña y lomerío

Municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, departamento del Caquetá



Instituto
amazónico de
investigaciones científicas
SINCHI

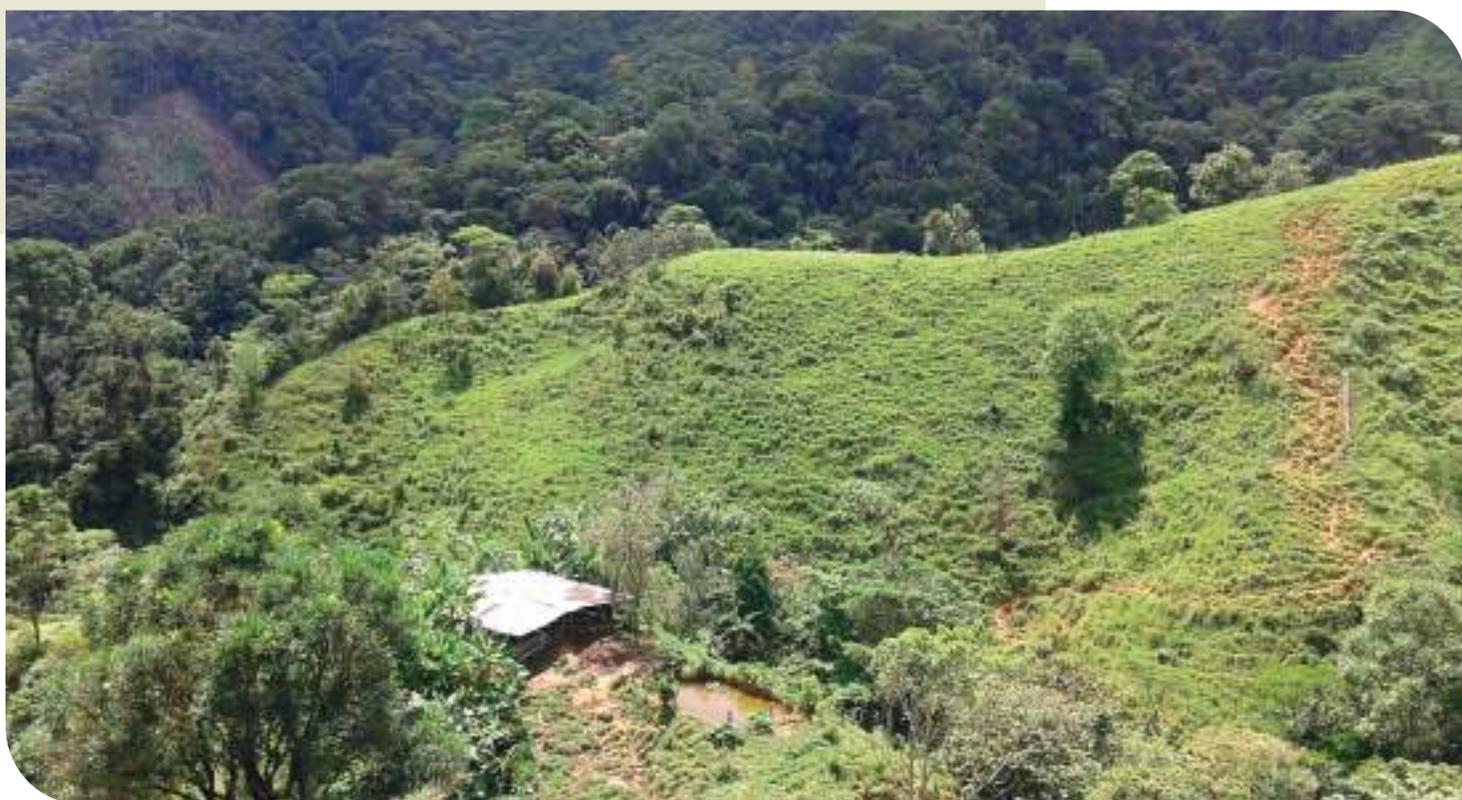


El ambiente
es de todos

Minambiente

Tipificación, caracterización y sostenibilidad de los sistemas productivos en los paisajes de montaña y lomerío

Municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, departamento del Caquetá



Jaime Alberto Barrera
Marfi Andrea Hermida Daza
Carlos Hernando Rodríguez León
Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI

Citación sugerida

Barrera, J.A; Hermida Daza, M.A. & Rodríguez León, C.H. (2021) *Tipificación, caracterización y sostenibilidad de los sistemas productivos en los paisajes de montaña y lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, departamento del Caquetá. Instituto SINCHI. Bogotá D.C. Colombia.*

© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Reservados todos los derechos

Revisión Técnica

Orlando Martínez PhD

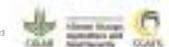
Fausto Andrés Ortiz PhD

ISBN 978-958-5427-32-7

Publicado en 2021 por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
Calle 20 No. 5 – 44.
Bogotá D.C. Colombia.

Disponible en: <https://www.sinchi.org.co/publicaciones>

El presente documento fue elaborado en el marco de los Proyectos “Sustainable development options and land-use based alternatives to: Enhance climate change mitigation and adaptation capacities in the Colombian and Peruvian Amazon, while enhancing ecosystem services and local livelihoods” e Investigación en conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica, socioeconómica y cultural de la Amazonia colombiana - BPIN 2017011000137”





Luz Marina Mantilla Cárdenas
Directora General

Marco Ehrlich
Subdirector Científico y Tecnológico

Diego Fernando Lizcano Bohórquez
Subdirector Administrativo y Financiero

Marcela Quintero
Líder del Proyecto CIAT

Miguel Antonio Romero
Coordinador del proyecto CIAT

Autores

Jaime Alberto Barrera
Investigador Instituto SINCHI

Marfi Andrea Hermida Daza
Consultora Instituto SINCHI

Carlos Hernando Rodríguez León
Coordinador Sede Regional Florencia Instituto SINCHI

Contenido

I. Generalidades del área de estudio y de los sistemas productivos en el departamento del Caquetá.....	Pág 19
I.1. Contexto general del departamento del Caquetá.....	Pág 19
I.1.1. Localización.....	Pág 19
I.1.2. Estado legal del territorio	Pág 19
I.1.3. Clima	Pág 20
I.1.4. Recurso hídrico	Pág 21
I.1.5. Paisajes fisiográficos y tipos de suelos	Pág 21
I.1.6. Sistema social	Pág 23
I.1.7. Sistema económico	Pág 23
I.2. Generalidades de los sistemas productivos en el paisaje de montaña del departamento del Caquetá.....	Pág 24
I.2.1. Actividades productivas	Pág 24
I.3. Generalidades de los sistemas productivos en el paisaje de lomerío del departamento del Caquetá	Pág 25
I.4. Recopilación, edición y sistematización de la información disponible sobre el estado del arte de los sistemas productivos en el Caquetá	Pág 26
I.4.1. Sistemas productivos	Pág 26
I.4.2. Sector secundario (recurso leche)	Pág 30
I.4.3. Producción agrícola	Pág 30
I.5. Síntesis de las tipificaciones de sistemas productivos en el departamento de Caquetá en la unidad de montaña	Pág 38
I.5.1. Agricultura de subsistencia con especies tradicionales (maíz, plátano, yuca) en paisajes de montaña en climas cálidos y medio	Pág 38
I.5.2. Agricultura de autoconsumo con especies tradicionales (maíz, plátano, yuca), comercialización de café y plátano y ganadería doble propósito en paisajes de montaña en clima cálido y medio	Pág 39
I.5.3. Ganadería de leche y cría y agricultura de autoconsumo con comercialización de excedentes, en paisaje de montaña en clima frío	Pág 40
I.5.4. Sistema de producción bovina de doble propósito con tendencia al levante de crías en paisajes de montaña de clima cálido	Pág 40
2. Metodología para la caracterización, la tipificación y el análisis de la sostenibilidad de los sistemas productivos	Pág 41

Contenido

2.1. Esquema general para la evaluación de los sistemas de producción del departamento Caquetá	Pág 41
2.2. Metodología para la caracterización y tipificación de los sistemas productivos en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 42
2.2.1. Descripción de la población a estudiar	Pág 42
2.2.2. Selección de la muestra y construcción del instrumento de recolección de la información	Pág 43
2.2.3. Selección de variables para caracterización, tipificación y construcción del instrumento de captura de información de campo	Pág 44
Revisión y selección de las variables	Pág 44
2.2.4. Recolección de información socioeconómica en campo	Pág 44
2.2.5. Aplicación de técnicas de estadística multivariada para la caracterización y tipificación	Pág 46
2.2.6. Caracterización y definición de tipologías	Pág 46
2.2.7. Verificación en campo y ajuste de tipologías	Pág 47
2.3. Metodología para establecer la sostenibilidad de los sistemas de producción tipificados	Pág 47
2.3.1. Selección de los indicadores de sostenibilidad	Pág 48
2.3.2. Obtención de indicadores para generar la línea base de la sostenibilidad en los sistemas productivos tipificados en los municipios de San José de Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 49
2.3.3. Selección de las fincas para toma de información de indicadores de sostenibilidad en los predios seleccionados	Pág 54
2.4. Descripción de los indicadores de sustentabilidad para generar la línea base de la sustentabilidad	Pág 54
2.4.1. Indicadores del mantenimiento del recurso hídrico (ISMRH)	Pág 54
2.4.2. Indicadores del mantenimiento del recurso suelo (ISMRS)	Pág 55
2.4.3. Indicadores de mantenimiento de los servicios agronómicos (ISMAG)	Pág 62
2.4.4. Indicadores del mantenimiento del recurso económico (ISMRECO)	Pág 65
2.4.5. Indicadores del mantenimiento del recurso social	Pág 66
2.4.6. Indicadores del mantenimiento del recurso institucional	Pág 66
2.5. Análisis de los indicadores para la evaluación de sustentabilidad de los sistemas productivos	Pág 66
2.5.1. Sistematización de la información en la base de datos	Pág 66

Contenido

2.5.2. Organización de la información obtenida en campo para generar la línea base de la sustentabilidad	Pág 67
2.5.3. Aplicación de técnicas de estadística univariada y multivariada	Pág 67
3. Resultados y discusión	Pág 69
3.1. Tipologías caracterizadas de los sistemas de producción de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 69
3.2. Tipologías de los sistemas productivos de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 70
3.2.1. Tipologías de la unidad de paisaje de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes	Pág 70
3.2.2. Tipologías de la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 86
4. Línea base de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas productivos caracterizados en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 99
4.1. Evaluaciones de la sustentabilidad de los sistemas de producción del departamento de Caquetá	Pág 99
4.2. Sostenibilidad general de los sistemas productivos en la unidad de paisaje de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes	Pág 100
4.2.1. Sostenibilidad de las tipologías evaluadas en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes	Pág 102
4.2.2. Monitoreo de los indicadores de sustentabilidad a través de la priorización de indicadores resultantes del análisis de componentes principales (ACP)	Pág 107
4.3. Sostenibilidad general de los sistemas productivos en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 111
4.3.1. Sostenibilidad de las tipologías evaluadas en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 112
4.3.2. Monitoreo de los indicadores de sustentabilidad a través de la priorización de indicadores resultantes del análisis de componentes principales (ACP)	Pág 116
5. Conclusiones y recomendaciones	Pág 121
Bibliografía	Pág 123
Anexos	Pág 129
Anexo 1	Pág 129
Anexo 2	Pág 130

Lista de tablas

Tabla 1	Áreas por municipio del departamento del Caquetá	Pág 20
Tabla 2	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) para el total de la cabecera municipal	Pág 23
Tabla 3	Descripción actividades de la producción ganadera en Caquetá	Pág 28
Tabla 4	Inventario bovino en las diferentes veredas del municipio de San José del Fragua	Pág 29
Tabla 5	Área sembrada-cosechada-producción y rendimiento del cultivo de yuca en Caquetá. Secretaría de Agricultura del departamento del Caquetá	Pág 32
Tabla 6	Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento del cultivo de plátano en Caquetá	Pág 32
Tabla 7	Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento del cultivo de piña en Caquetá	Pág 33
Tabla 8	Cultivos forestales establecidos en el municipio de San José del Fragua para el año 2011	Pág 38
Tabla 9	Aspectos seleccionados y grupos de variables empleados en la caracterización y tipificación de los sistemas productivos del Caquetá	Pág 44
Tabla 10	Indicadores de sostenibilidad de acuerdo al marco SAFE	Pág 49
Tabla 11	Valor de Z obtenido según niveles de confianza seleccionados	Pág 53
Tabla 12	Tamaño de la muestra requerido para un nivel de confianza del 90, 95, 97.5 y 99 % en el paisaje de montaña	Pág 54
Tabla 13	Tamaño de muestra estimado para toma de información de sostenibilidad de las tipologías caracterizadas en el estrato de lomerío	Pág 54
Tabla 14	Predios seleccionados para la evaluación de la sostenibilidad	Pág 55
Tabla 15	Tipologías de sistemas productivos identificadas en el paisaje de Montaña de los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes, departamento del Caquetá	Pág 70
Tabla 16	Tipologías de sistemas productivos identificadas en paisaje fisiográfico de Lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, departamento del Caquetá	Pág 70
Tabla 17	Medidas resumen de la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar	Pág 72
Tabla 18	Medidas resumen para la tipología ganadero con venta de servicios familiar	Pág 73
Tabla 19	Medidas resumen para la tipología agropecuaria familiar.	Pág 75
Tabla 20	Medidas resumen para la tipología Ganadero Familiar	Pág 78

Lista de tablas

Tabla 21	Distribución de las hectáreas e ingreso agrícola para ocho cultivos presentes en las tipologías de los sistemas de producción caracterizados, en Salarios Mínimos Mensuales (SMM)	Pág 83
Tabla 22	Distribución de los costos de producción de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 86
Tabla 23	Medidas resumen para las tres tipologías caracterizadas en las áreas rurales de la unidad de paisaje de lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania en el departamento del Caquetá.	Pág 87
Tabla 24	Distribución del ingreso agrícola para once cultivos presentes en las tipologías de los sistemas de producción caracterizados en la unidad de paisaje de lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania en Salarios Mínimos Mensuales (SMM)	Pág 94
Tabla 25	Distribución de los costos de producción de las tipologías, Ganadero Semipresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF)	Pág 96
Tabla 26	Valoración cualitativa de la sostenibilidad de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá	Pág 100
Tabla 27	Medias de indicadores de sostenibilidad con respecto a las tipologías de los sistemas de producción en la unidad de paisaje de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes del departamento de Caquetá	Pág 101
Tabla 28	Análisis de varianza de los principios y dimensiones de la sustentabilidad en las tipologías en la unidad de montaña entre los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes	Pág 104
Tabla 29	Cálculo de los indicadores de sustentabilidad relativizados para las cuatro tipologías evaluadas para la generación de la línea de sostenibilidad	Pág 110
Tabla 30	Variables relativizadas de la sostenibilidad de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá	Pág 110
Tabla 31	Medidas de indicadores de sostenibilidad con respecto a las tipologías de los sistemas de producción en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, del departamento de Caquetá Indicadores de sostenibilidad de acuerdo al marco SAFE	Pág 112
Tabla 32	Análisis de varianza de los principios y dimensiones de la sustentabilidad en las tipologías la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania	Pág 114
Tabla 33	Cálculo de los indicadores de sustentabilidad relativizados para las cuatro tipologías evaluadas para la generación de la línea de sostenibilidad	Pág 119
Tabla 34	Variables relativizadas de la sostenibilidad de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá	Pág 120

Lista de figuras

Figura 1.	Esquema general del proceso de generación de bases para el monitoreo de los sistemas productivos del Caquetá.	Pág 42
Figura 2.	Esquema de la metodología propuesta.	Pág 43
Figura 3.	Indicador de protección del recurso hídrico con vegetación	Pág 57
Figura 4.	Protección de fuentes hídricas del acceso del ganado	Pág 57
Figura 5.	Indicadores de cobertura de suelo. De izquierda a derecha cobertura generada por pastos y cobertura del suelo por arvenses y hojarasca de un cultivo.	Pág 58
Figura 6.	Medición de la compactación del suelo mediante el uso de penetrómetro	Pág 58
Figura 7.	Extracción de monolitos para la evaluación de indicadores de fertilidad biológica	Pág 59
Figura 8.	Actividad radicular en la cobertura de pastos	Pág 59
Figura 9.	Observación de la actividad microbiana al reaccionar con peróxido de hidrógeno	Pág 60
Figura 10.	Conteo de lombrices en cada uno de los marcos de evaluación de suelo desnudo.	Pág 60
Figura 11.	Conteo de especies presentes en el suelo	Pág 60
Figura 12.	Observación de horizonte A y B y medición de horizonte A.	Pág 61
Figura 13.	a. Presencia de moteado en una pastura, se observa el cambio de coloración del suelo y b. Presencia de carbón vegetal en el suelo	Pág 61
Figura 14.	Observación de vigor. Pastura con vigor uniforme y cultivo con vigor alto	Pág 62
Figura 15.	Incidencia de plagas y enfermedades en cultivo de cacao	Pág 62
Figura 16.	a. Cultivo vigoroso se sobrepone a las arvenses y b. arvenses en menos del 5%.	Pág 63
Figura 17.	Desarrollo tecnológico del cultivo se observa un sistema agroforestal de cacao, plátano y maderables.	Pág 63
Figura 18.	Determinación del vigor y la altura de la pastura	Pág 64
Figura 19.	Potrero con presencia de caminos de ganado	Pág 65
Figura 20.	Dendrograma de la unidad fisiográfica de montaña (San José del Fragua y Belén de los Andaquíes).	Pág 71
Figura 21.	Características productivas de las fincas AgVmoF. a) cultivos de caña. b) producción de especies menores y cultivos de plátano y cacao.	Pág 74
Figura 22.	Característica de las producciones en la tipología Ganadero y Venta de servicios Familiar de la unidad de montaña. a) especies menores, b) ganado criollo con mezcla de Holstein.	Pág 74
Figura 23.	Característica de las producciones en tipología agropecuario familiar. a) producción de peces, b) cultivo de plátano y pasto, c) ganado de cría, d) producción lechera.	Pág 76
Figura 24.	Característica de las producciones en tipología Ganadero Familiar, a) enramada para transformación de caña, b) cultivos de caña y limpieza de estanques de peces.	Pág 77

Lista de figuras

Figura 25.	Composición del tamaño de los predios en hectáreas de las tipologías caracterizadas. Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 79
Figura 26.	Distribución promedio en hectáreas del uso del suelo en las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 80
Figura 27.	Distribución en hectáreas de las áreas de pastos (gramas, pastos mejorados y de corte) para las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 80
Figura 28.	Distribución de las áreas empeladas para cultivos en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 81
Figura 29.	Valores promedios de valorización de una hectárea de suelo con diferentes coberturas en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 82
Figura 30.	Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 82
Figura 31.	Porcentajes de ingreso bruto de cultivos semestrales, anuales, asociados y monocultivo en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 84
Figura 32.	Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 84
Figura 33.	Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 85
Figura 34.	Porcentaje de distribución de los costos de mano de obra para las actividades productivas en las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.	Pág 86
Figura 35.	Dendrograma WAR derivado de la matriz de distancias euclidianas calculadas entre los puntos de la proyección de los 2 componentes principales de variación obtenido mediante ACP	Pág 87
Figura 36.	Composición del tamaño de los predios en las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF)	Pág 90
Figura 37.	Distribución promedio en hectáreas del uso del suelo en predios de las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF)	Pág 91
Figura 38.	Distribución promedio en hectáreas del uso del suelo en predios de las tipologías, Ganadero Semiempresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF)	Pág 92

Lista de figuras

Figura 39.	Distribución de las áreas empleadas para cultivos en predios de las tipologías, Ganadero Semiempresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF)	Pág 92
Figura 40.	Valores promedios de valorización de una hectárea de suelo con diferentes coberturas en predios de las tipologías, Ganadero Semiempresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF)	Pág 93
Figura 41.	Valores promedios de valorización de una hectárea de suelo con diferentes coberturas en predios de las tipologías, Ganadero Semiempresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF)	Pág 94
Figura 42.	Valores promedios de ingresos en las tipologías, Ganadero Semiempresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF).	Pág 95
Figura 43.	Porcentaje de distribución del ingreso por actividades ganaderas en las tipologías, Ganadero Semiempresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF).	Pág 96
Figura 44.	Porcentaje de distribución de los costos de mano de obra para las actividades productivas en las tipologías, Ganadero Semiempresarial (GaS), Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF) y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF)	Pág 97
Figura 45	Indicador de sustentabilidad general para la unidad de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes del departamento del Caquetá (ISSPC), Agrícola con Venta de mano de obra Familiar (AgVmoF), Ganadero con venta de servicios Familiar (GaVsF), agropecuario Familiar (AgpF) y ganadero familiar (GaF). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba LSD; $P \leq 0,05$). Las barras representan el error estándar de la media.	Pág 100
Figura 46.	Distribución de la sostenibilidad según los indicadores evaluados. Nota: Indicador de sustentabilidad hídrico (ISM _{RH}), indicador de sustentabilidad edáfico (ISM _{RS}), indicador de sustentabilidad agronómico (ISM _{RAG}), indicador de sustentabilidad económico (ISM _{RECO}), indicador de sustentabilidad social (ISM _{RSOC}), indicador de sustentabilidad institucional (ISM _{RINST}).	Pág 102
Figura 47.	Distribución general de la sostenibilidad de los sistemas productivos tipificados en el paisaje de montaña. Indicador de sustentabilidad hídrico (ISM _{RH}), indicador de sustentabilidad edáfico (ISM _{RS}), indicador de sustentabilidad agronómico (ISM _{RAG}), indicador de sustentabilidad económico (ISM _{RECO}), indicador de sustentabilidad social (ISM _{RSOC}), indicador de sustentabilidad institucional (ISM _{RINST}). Agrícola con Venta de mano de obra Familiar (AgVmoF), Ganadero con Venta de servicios Familiar (GaVsF), Agropecuario Familiar (AgpF) y Ganadero Familiar (GaF).	Pág 103
Figura 48.	Distribución de la sustentabilidad de las tipologías, indicador de sustentabilidad hídrico (ISM _{RH}), indicador de sustentabilidad edáfico (ISM _{RS}), indicador de sustentabilidad agronómico (ISM _{RAG}), indicador de sustentabilidad económico (ISM _{RECO}), indicador de sustentabilidad social (ISM _{RSOC}), indicador de sustentabilidad institucional (ISM _{RINST}).	Pág 106
Figura 49.	Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de tres variables hídricas asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.	Pág 107

Lista de figuras

Figura 50.	Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de seis variables edáficas asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.	Pág 108
Figura 51.	Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de seis variables agronómicas asociadas a las tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.	Pág 108
Figura 52	Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de seis variables económicas asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.	Pág 109
Figura 53	Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de las variables sociales e institucionales asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.	Pág 109
Figura 54.	Indicador general de los sistemas productivos relativizados para la unidad de montaña comprendido entre los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.	Pág 111
Figura 55.	Distribución de la sostenibilidad según los indicadores evaluados	Pág 112
Figura 56.	Distribución general de la sostenibilidad de los sistemas productivos tipificados en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.	Pág 113
Figura 57	Distribución de la sustentabilidad de las tipologías, indicador de sustentabilidad hídrico (ISMRRH), indicador de sustentabilidad edáfico (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMRRAG), indicador de sustentabilidad económico (ISMRECO), indicador de sustentabilidad social (ISMRSOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMRRINST).	Pág 115
Figura 58.	Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de cinco variables hídricas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.	Pág 116
Figura 59.	Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de cinco variables edáficas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento de Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.	Pág 117
Figura 60.	Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de seis variables agronómicas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento de Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.	Pág 117
Figura 61.	Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de cinco variables económicas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.	Pág 118
Figura 62	Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de las cinco variables sociales e institucionales asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.	Pág 119
Figura 63.	Indicador general de los sistemas productivos relativizados para el paisaje de lomerío del departamento del Caquetá.	Pág 120

Presentación

El alto grado de heterogeneidad que existe entre las explotaciones agropecuarias que conforman una población, dificulta la toma de decisiones a nivel rural. En tal sentido, al agrupar las explotaciones de acuerdo a sus principales diferencias y relaciones, se busca maximizar la homogeneidad y heterogeneidad de las fincas y facilitar su análisis y, por ende, la toma de decisiones.

Este documento generado en el marco del proyecto “*Sustainable development options and land-use based alternatives to: Enhance climate change mitigation and adaptation capacities in the Colombian and Peruvian Amazon, while enhancing ecosystem services and local livelihoods*” presenta la caracterización y tipificación de los sistemas de producción en las unidades de paisaje de montaña y lomerío del Caquetá y se constituye en una herramienta metodológica dentro del enfoque sistémico, ante la necesidad de identificar y analizar las características técnicas y socioeconómicas de los productores agropecuarios y los impactos que el cambio climático pueda tener en sus predios.

La caracterización de los sistemas de producción es la descripción de los rasgos 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 diferencias observadas en la realidad. Por tanto la tipificación de los sistemas productivos ofrece varios resultados principales o directos: la organización conceptual de la diversidad existente en agricultura campesina, la determinación de dominios de recomendación y un listado de unidades de producción representativas y las poblaciones de las que es posible hacer inferencias de resultados.

La determinación, 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 los aspectos de los componentes que conforman su estructura y para entender las interacciones que definen su funcionamiento.

Una adecuada clasificación de los sistemas productivos puede apoyar el diseño de políticas agropecuarias para una zona y promover el desarrollo sostenible. Ahora bien, la evaluación de la sostenibilidad permite utilizar indicadores, que son herramientas para resumir y simplificar información de naturaleza compleja de una manera útil. Estos pueden ser números o cualidades que ponen a la vista el estado o condición de un proceso o fenómeno en relación con el medio ambiente y permiten entender cómo evolucionan las cosas a través del tiempo.

Conceptualmente se está utilizando a los sistemas productivos como objetos de análisis, el estudio hace énfasis en la caracterización de los productores agropecuarios y el contexto social y ambiental dentro del cual toman sus decisiones. Este análisis permitirá a futuro la identificación de patrones generales de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector rural, asociados a las particularidades sociales y ambientales de los ecosistemas de la Amazonia colombiana.

Este documento constituye un aporte a las decisiones sobre adaptación, mitigación, sostenibilidad y medios de vida en el contexto rural amazónico. Todo ello tiene un impacto en el ser humano, y la información aquí analizada busca aportar a las medidas que deben ser tomadas para enfrentar la problemática de la insostenibilidad del modelo de intervención en la Amazonia de la mejor manera posible, agrupando la sostenibilidad en dimensiones económica, social y medioambiental, para dar una mirada integral en beneficio del medio y de los pobladores amazónicos.

Luz Marina Mantilla Cárdenas

Directora General



I. Generalidades del área de estudio y de los sistemas productivos en el departamento del Caquetá

I.1 Contexto general del departamento del Caquetá

I.1.1 Localización

Ubicación

Ubicación geográfica. El departamento del Caquetá está localizado en el sur de Colombia y al noreste de la Amazonia colombiana, geográficamente se encuentra entre los 00°42'17" de latitud sur y 02°04'13" de latitud norte y los 74°18'39" y 79°19'35" de longitud oeste del meridiano de Greenwich (SINCHI, 2011). La margen izquierda del río Caquetá le sirve de límite al sur y lo separa de los departamentos Putumayo y Amazonas, al norte limita con los departamentos de Meta y Guaviare, por el oriente con los departamentos de Vaupés y Amazonas, por el occidente con los departamentos de Huila y Cauca (SINCHI, 2011).

División política

División política. El departamento del Caquetá está dividido en 16 municipios, Florencia (ciudad capital), Albania, Belén de los Andaquíes, Cartagena del Chairá, Curillo, El Doncello, El Paujil, La Montañita, Milán,

Morelia, Puerto Rico, San José del Fragua, San Vicente del Caguán, Solano, Solita y Valparaíso; 63 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados. Los municipios están agrupados en 4 círculos notariales, con un total de 5 notarías; un círculo principal de registro con sede en Florencia y una oficina seccional de registro en San Vicente del Caguán; un distrito judicial, Florencia, con cabeceras de circuito judicial en Florencia, Belén de los Andaquíes y Puerto Rico. El departamento conforma la circunscripción electoral del Caquetá. En la Tabla I se describen las áreas de cada municipio y el porcentaje de participación en el departamento (CORPOAMAZONIA, 2008.)

I.1.2 Estado legal del territorio

Estado legal del territorio. El departamento del Caquetá cuenta con un área aproximada de 9'005.490 ha. La totalidad del departamento fue declarado zona de reserva forestal mediante Ley 2ª de 1959.

Tabla 1. Áreas por municipio del departamento del Caquetá

Municipio	Área	
	Km ²	%
Florencia	2.434	2,6
Albania	407	0,4
Belén de los Andaquíes	1.181	1,3
Cartagena del Chairá	12.796	13,6
Curillo	417	0,4
El Doncello	1.142	1,2
El Paujil	1.057	1,1
La Montañita	1.665	1,8
Milán	1.271	1,4
Morelia	474	0,5
Puerto Rico	3.142	3,4
San José del Fragua	1.345	1,4
San Vicente del Caguán	21.924	23,4
Solano	42.737	45,6
Solita	518	0,6
Valparaíso	1.259	1,3
Total	93.769	100

Fuente: (DANE, 2014)

1.1.3 Clima

Clima. El departamento del Caquetá presenta variabilidad en cada uno de sus parámetros y una distribución bien marcada siguiendo orientaciones geográficas (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015). Según información del IDEAM, la precipitación promedio anual en el Caquetá es de 3.381 mm/año. La zona presenta un periodo prolongado de máximas lluvias que va desde marzo a junio, con volúmenes superiores a 300 mm mensuales y un ciclo corto donde disminuye la precipitación, entre noviembre y febrero, temporada seca con volúmenes menores a 170 mm (IDEAM, 2010). De acuerdo con la clasificación climática realizada por el Instituto SINCHI, la mayor parte del territorio departamental (82%) corresponde a clima cálido húmedo y cálido muy húmedo hacia la zona de lomerío y piedemonte. En la cordillera se presenta un clima característico de montaña, donde predominan los climas templado seco y frío seco (SINCHI, 2011).

Humedad relativa

El departamento muestra un promedio anual de 83,5% según los datos de las estaciones de San Vicente del Caguán, Valparaíso, Maguaré, La Mono, Aeropuerto y San José del Fragua. La mayor humedad del aire va de mayo a julio, siendo junio el mes con mayor humedad (87%). Por otro lado, los meses de enero y febrero son los de menores reportes de humedad en el año con 78,8% y 79,8% respectivamente (IDEAM, 2010).

Temperatura

La temperatura media es en general homogénea en toda el área; situada alrededor de 25,4°C produciéndose ligeros aumentos que van hasta los 2°C., estas variaciones en la temperatura permite determinar la presencia de una época de verano que se extiende desde diciembre hasta febrero, siendo enero, con 26,3°C., el mes con mayor temperatura, y una época de invierno entre junio y agosto en donde julio presenta la menor temperatura ambiente con 24,2°C (SINCHI, 2003); (SINCHI, 2011).

Brillo solar

Hace referencia a las horas en las que el sol entrega su energía por medio de la radiación solar a un determinado lugar. En promedio para el departamento del Caquetá la radiación solar es de 1.524,4 horas/luz año y con promedio diario de aproximadamente 4 horas luz/solar. El mes de diciembre es el de mayor radiación solar con 169,7 horas; comparado con el mes de abril que es el de menor radiación con 97,3 horas de luz en promedio (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015).

1.1.4 Recurso hídrico

La red hidrográfica del departamento del Caquetá se conforma por los ríos: Ortegua, Caquetá, Caguán, Yarí y Apaporis. Estos afluentes aportan 22.185 m³/s de escorrentía. Particularmente el río Caquetá con cerca de 2.200 km de longitud total, de los cuales 1.200 km transcurren por territorio colombiano, es uno de los que presenta el mayor caudal de todos los ríos del país con un promedio de 13.180 m³/s (SINCHI, 2011). Al río Caquetá vierten sus aguas dos afluentes importantes de origen andino; el río Ortegua con 110 Km de longitud total y el río Caguán con 250 Km de longitud total, ambos navegables. Así mismo al Caquetá vierte sus aguas el río Fragua Grande en el extremo sur occidental del departamento del Caquetá (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010)

1.1.5 Paisajes fisiográficos y tipos de suelos

El departamento del Caquetá está conformado por cinco grandes paisajes fisiográficos o unidades morfo estructurales, denominadas: montaña, piedemonte, lomerío, macizo tectónico y valle aluvial (SINCHI, 2011).

Montaña

Hace parte de la cordillera del flanco oriental hacia el extremo occidental del departamento del Caquetá. El paisaje es muy accidentado geomorfológicamente y presenta diversos tipos de relieve denominados filas y vigas, depresiones, conos y glaciares, escarpados y espinazos, crestones, escarpes, lomas,

colinas y vallecitos (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015). Este paisaje montañoso se caracteriza por su relieve abrupto y escarpado, que se manifiesta por una variabilidad climática que va desde el piso térmico frío muy húmedo al cálido muy húmedo, con alturas desde los 800 msnm hasta los 3.000 msnm y temperaturas de 12 a 20°C.

En esta unidad fisiográfica, se ha observado la presencia de movimientos en masa, siendo los más frecuentes la soliflución que se presenta por la infiltración del agua en las masas arcillosas y los golpes de cuchara, lo que se presenta por la filtración de aguas en el plano de contacto de la masa rocosa o de mayor consistencia con la arcilla, originando desplazamiento que normalmente se presenta en las zonas de mayor intervención antrópica (IGAC, 1993). Este paisaje cubre parte de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes, Florencia, La Montañita, El Paujil, El Doncello, Puerto Rico y San Vicente del Caguán; al interior de esta unidad fisiográfica se pueden identificar los sistemas de producción implementados: i) un sistema agropecuario caracterizado por combinar la producción ganadera y la agrícola con énfasis en cultivos de pancoger y generación de algunos excedentes para la venta y ii) un sistema de producción agrícola, principalmente de cultivos solos o mixtos con especies predominantes como café y cacao para la venta y cultivos de pancoger como maíz, plátano y yuca para el autoconsumo, el cual se encuentra asociado con la explotación de especies menores (aves y peces) que también están destinadas al autoconsumo y la comercialización (Betancourt, Rodríguez, & Garzón, 2015).

Es una zona de una gran importancia ambiental por su regulación hídrica y el intercambio genético (fauna y flora) con el corredor andino amazónico que comunica estas dos bio-regiones. Presenta dificultades para la comunicación y el transporte de los productos a los mercados locales; de igual manera se presentan restricciones a sus habitantes para acceder a los servicios del estado, en razón a que una parte de su territorio está ubicado en zona de reserva forestal (Ley 2° de 1959), lo que limita el acceso al crédito bancario y la disponibilidad de recursos económicos, por esta razón, la mayoría de los colonos de la cordillera se tienen que valer de sus propios medios para implementar y sostener los sistemas de producción agrícolas, ganaderos y especies menores. Estas restricciones han conllevado a que los colonos hagan uso del recurso forestal talando bosques y vendiendo madera para suplir estas limitantes para la producción (SINCHI, 2003). La variedad de relieves al interior de la unidad de montaña, permite que el desarrollo de actividades productivas sea igualmente diverso y puedan desarrollarse desde ganadería hasta cultivos semestrales, anuales y perennes, los cuales son por lo general muy productivos debido al origen volcánico de los suelos y su alto contenido de carbono orgánico.

Piedemonte

El paisaje de piedemonte en el departamento del Caquetá se encuentra cerca de las cabeceras municipales de Albania, Belén de los Andaquíes, Florencia, El Paujil, El Doncello, Puerto Rico, La Montañita, San Vicente del Caguán. Presenta áreas relativamente pequeñas e intermitentes cerca a la base de la montaña entre los 300 y 500 msnm (IGAC, 1993); (SINCHI, 2011); formadas por tres tipos de relieve: los abanicos caracterizados por estar en un clima cálido muy húmedo y húmedo, por tener un relieve plano ondulado con pendientes largas y rectas sobre materiales litológicos de diferentes edades de sedimentos coluvio-aluviales finos a gruesos o mixtos, cantos de areniscas y arcillolitas provenientes de las partes altas de las montañas; los glaciares de acumulación que descansan sobre un relieve montañoso con una pendiente que va moderándose lentamente de arriba hacia abajo; estos además alcanzan y sobrepasan una decena de metros, como es el caso cerca de las llanuras de inundación que, en el caso del departamento del Caquetá, se encuentra en el área del clima cálido húmedo y los vallecitos que se encuentran en el clima cálido húmedo corresponden a una litología de sedimentos aluviales heterométricos con matriz media y gruesa (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015).

La importancia de este paisaje dentro de los sistemas de producción analizados, radica en la potencialidad que pueden tener estos suelos, en los que predominan las tierras planas a ligeramente onduladas, en el desarrollo de sistemas agrícolas que incorporen a la producción cultivos de plátano, arroz, yuca, cacao y ganadería, de modo que puedan con-

siderarse como potenciales para programas de desarrollo agropecuario (SINCHI, 2003); (SINCHI, 2011).

Valle aluvial o vega

Esta unidad de paisaje corresponde a suelos que ocupan las formas aluviales originadas por la actividad sedimentaria de los diferentes ríos que recorre la región. Los principales tipos de relieve y formas del terreno que se encuentran en este paisaje son llanura aluvial, terrazas, bancos (diques y napas), bajos (napas y cubetas) y esteros (cubetas), muestran un relieve de plano a ondulado con pendientes menores del 12%. Los suelos que predominan son histosoles y andisoles. Químicamente son ácidos, una capacidad de intercambio catiónico de baja a media, bajos contenidos de fósforo y una fertilidad de media a moderada. El drenaje varía, desde bien hasta pobremente drenados (SINCHI, 2011).

Lomerío

El lomerío del departamento del Caquetá, es el paisaje que ocupa la mayor extensión (IGAC, 2010); (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015), va desde el pie de montaña y comprende tres tipos de relieve: lomas, mesetas y vallecitos (IGAC, 1979); (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015). Según (IGAC, 1993), este tipo de relieve corresponde a una antigua altiplanicie disectada debido a los elementos que se han encontrado sobre ellos. Las lomas son muy similares a las lomas del piedemonte caqueteño, con diferencia que las lomas de piedemonte tienen grandes bloques de piedras en su matriz arcillosa y las lomas amazónicas carecen de estos bloques (SINCHI, 2011).

Con relación a los suelos en este paisaje, predominan los ultisoles, donde el material parental es muy contrastado y está constituido principalmente por arenas gruesas y cuarcizas y arcillas caoliníticas que han dado origen a suelos bien drenados, ácidos, moderadamente profundos y muy profundos (IGAC, 2010).

1.1.6 Sistema social

Demografía y población

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la proyección de la población para el departamento del Caquetá, en el año 2014, fue de 471.541 habitantes que representan el 1% del total nacional. Donde el 59,1% está localizado en las cabeceras municipales, mientras que el 40,9% está en áreas rurales. Con relación a la población indígena presente en el departamento se establece que aproximadamente hay 7.742 indígenas distribuidos en 45 resguardos en diez municipios donde, en el municipio de Solano, se encuentra ubicado el 43% de la población indígena total. El crecimiento poblacional en los últimos 20 años es de 26,7% con una densidad de 5,2 habitantes por kilómetro cuadrado (DANE, 2014).

Condiciones de vida

En el departamento del Caquetá, el índice de NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) es de 41,7% (33,5% en las cabeceras municipales y 59,2% en el sector rural). En la Tabla 2 se presenta los datos de NBI según (DANE, 2012).

Tabla 2. Necesidades básicas insatisfechas (NBI) para el total de la cabecera municipal

Dimensiones		Total NBI (%) Caquetá	Total NBI (%) Nacional
Componentes	Vivienda	13,6	10,4
	Servicios	12,2	7,4
	Hacinamiento	15,0	1,1
	Inasistencia escolar	5,4	3,6
	Dependencia económica	17,1	11,3

Fuente: (DANE, 2012)

Este panorama se ha hecho evidente, debido a las condiciones de orden público caracterizadas por la presencia de grupos armados al margen de la ley, las fumigaciones con glifosato, la crisis de la coca y el avance del latifundio rural. La pobreza que azotó y azota a los campesinos, se tradujo en el desplazamiento de la población rural hacia las cabeceras municipales y hacia otros departamentos (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015).

1.1.7 Sistema económico

El producto interno bruto-PIB departamental para el año 2012 se estimó en \$1.902 billones de pesos, lo que corresponde al 0,43% del PIB nacional. Este valor supera el aporte de los demás departamentos de la región amazónica. (DANE, 2012); con respecto al año 2010 el PIB del Caquetá presentó un crecimiento de \$96.000 millones de pesos (5.32%). Los sectores agrícola, ganadero, caza, silvicultura y pesca participan con el 14,91%, el sector del comercio aporta el 11,84% y la explotación de minas el 0,4% (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). La producción departamental solo aportó el 0,4% y 0,6% del PIB en promedio en los últimos años respectivamente, encontrándose por debajo del promedio nacional del 3%. Las causas pueden ser la baja productividad y el bajo valor agregado de sus productos.

Se puede afirmar que, para el departamento del Caquetá, los dos principales sectores que componen el PIB son el sector de servicios, principalmente reflejado en la administración pública, y el sector pecuario donde se destaca la ganadería y en menor proporción la agricultura (DANE, 2012). El departamento, como otros del país, está afectado por el sistema económico de cultivos ilícitos. El Gobierno Nacional dentro de las varias actividades que ha venido implementando para superar dicha situación, ha adelantado programas de guarda bosques y familias en acción, además del apoyo en otras actividades de capacitación para la diversificación de cultivos a través de entidades como Corpoamazonia, el SENA y el Ministerio de Agricultura (Rodríguez, Betancourt, Murcia, & Garzón, 2015).

1.2 Generalidades de los sistemas productivos en el paisaje de montaña del departamento del Caquetá

1.2.1 Actividades productivas

La actividad principal son los cultivos de pan-coger para el autoconsumo y venta de productos como maíz, yuca, plátano, frijol y cultivos comerciales como café, cacao y frutales. También se desarrolla una ganadería de cría en las zonas más alejadas y que hacen parte de la reserva forestal, y una ganadería de doble propósito con pastos braquiaria (*Braquiaria decumbens*), imperial (*Axonopus scoparius*) y gramas naturales (*Paspalum notatum*) en zonas de mediana intervención (SINCHI, 2003); (SINCHI, 2011).

El manejo de especies menores como, cría de aves, cerdos y peces para el autoconsumo y venta, se convierten en una opción productiva para incrementar sus ingresos. La principal limitante que tienen los habitantes de la zona para la comercialización de los productos es el difícil acceso a la red vial terciaria, especialmente para la comercialización diaria de los productos agrícolas, leche y especies menores (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010). La mano de obra es en su mayoría de tipo familiar, ya que en las fincas no se contrata ningún tipo de trabajador y solo en algunas ocasiones se contrata personal temporalmente (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010); (MinTrabajo, 2013). Los propietarios de los predios en esta zona cuentan con escritura pública, con documento y/o título de INCORA y la minoría no posee documento que lo acredite como propietario (SINCHI, 2003); (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011); (DANE, 2012).

Recurso animal

El tipo de ganado que manejan en las fincas es cebú mestizo cruzado con Holstein y pardo suizo; este sistema ganadero de doble propósito, permite mejorar tanto la producción de leche, como obtener unas mejores crías para la posterior ceba ya sea en sus propias fincas o dadas en aumento debido a la limitación del área con que cuentan los productores.

Pastos y forrajes

El forraje para el ganado lo constituyen las pasturas introducidas del tipo braquiaria, la topografía quebrada con pendientes superiores al 25% limita la mecanización de los terrenos para el establecimiento de las pasturas; por esta razón el método más utilizado es la quema de las áreas provenientes generalmente de tumba de rastrojos o bosques y la siembra mediante la utilización de semilla sexual o material vegetativo.

Los productores hacen manejo rotacional de las pasturas, supeditado al número de “potreos o mangas” presentes en la finca. El método más usado para el control de las malezas es manual mediante la utilización de la pala. En las partes más planas combinan el control manual y el método mecánico mediante el uso de la guadaña y no realizan prácticas de fertilización química u orgánica a las pasturas.

Manejo del hato

En relación con el desarrollo tecnológico, en los predios se hace monta directa. Las prácticas de palpación y la implementación de programas de inseminación son poco adoptadas por los ganaderos. Se llevan planes sanitarios preventivos para el control de la mosca y garrapata, y aplican vacunas contra la fiebre aftosa, carbón y la brucelosis.

Nutrición animal

Tradicionalmente en la región, la alimentación del hato se ha basado en el consumo de pasto fresco en un lapso de 10 horas de pastoreo y rumia en varios periodos al día por espacio de ocho horas, lo que les ha provocado que, en términos de producción, el ganado produzca cerca de 4 litros de leche diarios. Según los análisis del comité de ganaderos se estima que en promedio hay un déficit de 4.6 kg de materia seca ya que se necesitan cerca de 16,7 kilos y solo se le están suministrando 12,1 kilos. Por tal motivo esta misma organización está transfiriendo conocimiento a los productores pecuarios mostrando las ventajas que tienen los hatos cuando se alimentan con materia seca, la razón: además de mejorar su rendimiento también producen más litros de leche y kilos de carne (Torrijos, 2019).

1.3 Generalidades de los sistemas productivos en el paisaje de lomerío del departamento del Caquetá

1.3.1 Actividades productivas

En el censo de 2015 el DANE reporta que 92,7% de las actividades que se desarrollan son de tipo agrícola, el 97,5% desarrollan actividades pecuarias y el 2,8% desarrollan actividades piscícolas. Entre las actividades agrícolas sobresalen los cultivos tradicionales de maíz, plátano y yuca, principalmente. Las actividades pecuarias se relacionan básicamente con la cría de ganado vacuno de ceba y doble propósito, para los cuales se cuenta con cerca de 45.000 ha y 30.593 cabezas de ganado destinadas a esta actividad, y en menor proporción con porcicultura, avicultura y piscicultura que cuenta con cerca de 10.000 m² de espejo de agua. En relación con las actividades productivas del sector secundario, el DANE reportó un 14,1% de unidades económicas censales que desarrollan procesos de transformación de materias primas en diferentes aspectos de este sector de la economía. El sector terciario cuenta con un 36,1% de unidades económicas que se dedican al comercio, el 37,6% se dedican a la prestación de servicios relacionados con salud, saneamiento básico, notariado y registro, educación, transporte de carga y pasajeros y el 10% a otras actividades relacionadas con este sector.

Recurso animal

De acuerdo con la superficie de los municipios, el comité de ganaderos del Caquetá clasifica de acuerdo con la población (número de bovinos) por hectárea, donde Albania lidera el listado de municipios con mayor inventario bovino, con un porcentaje de participación del 1,6% en 2019, en comparación con los otros municipios que conforman la unidad de paisaje de lomerío.

Pastos y forrajes

El Caquetá es una región que en la mayoría de sus suelos carece de óptimas características edáficas para la producción agrícola. Por lo tanto los campesinos en los últimos años se han venido inclinando de forma mayoritaria por el desarrollo de un sistema económico de producción ganadera, el cual es más acorde con las exigencias del suelo en cuanto a la explotación agrícola regional. Es por ello que tradicionalmente se han visto en la necesidad de introducir un sistema de ganadería extensiva que ambientalmente amenaza con destruir los ecosistemas predominantes en la región. A esto se suma el mal uso del suelo, debido a que se talan cantidades de bosque considerables para destinarlos a este tipo de explotación. Actualmente la ganadería con la

inclusión de gramíneas que, aunque mejoradas, prolonga los monocultivos en los ya desbastados bosques, garantizan una temprana muerte de los suelos, propiciando la erosión y la baja productividad de los mismos, debido a que los pastos por su baja capacidad radicular, poco pueden hacer para prevenir este deterioro ambiental provocado por el pastoreo en un sistema de monocultivo. Uno de los sistemas silvopastoriles más común en esta unidad de paisaje está compuesta por *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola*, y cuenta con franjas de botón de oro intercaladas, las cuales se aprovechan por corte y acarreo para suplementar la alimentación del ganado (Castañeda-Álvarez y otros 2016).

1.4 Recopilación, edición y sistematización de la información disponible sobre el estado del arte de los sistemas productivos en el Caquetá

1.4.1 Sistemas productivos

Con base en los informes de coyuntura o cifras agropecuarias anuales suministradas por las secretarías de agricultura departamental, a continuación se describen los principales focos de producción del departamento (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010); (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011).

1.4.1.1 Producción pecuaria

En la producción pecuaria del departamento sobresale la producción bovina (carne, leche y sus derivados), la porcicultura y la acuicultura.

Producción bovina

La historia de la ganadería del departamento muestra el desarrollo de actividades productivas de cría de ganado de carne, levante, ceba y en los últimos años doble propósito (Ramírez & Seré, 1990). En 1974 la empresa comercializadora y procesadora de leche Nestlé se vinculó al mercado lácteo de Caquetá. A partir de entonces, pequeños y medianos productores con predios ubicados sobre las principales vías carretables del departamento iniciaron un proceso de “redefinición” de los objetivos productivos de los sistemas ganaderos, orientándolos hacia la modalidad de doble propósito, relegando aún más la producción agrícola, que de por sí ya venía decreciendo (Michelsen, 1990). Este proceso de reorientación y “especialización” productiva, ha demandado a los productores, esfuerzos importantes en el campo genético

para la conformación de ganaderías con mayor aptitud lechera. Se introdujeron genes de razas europeas como Holstein, pardo suizo y normando, entre otras. Y efectivamente se incrementó el potencial productivo lechero. Sin embargo, simultáneamente se incrementaron los problemas de adaptación fisiológica de los animales a las condiciones del trópico húmedo, la susceptibilidad a parásitos y enfermedades, y particularmente los requerimientos de alimento en volumen y calidad nutricional (Michelsen, 1990).

Es importante anotar que el mercado de la leche y el desarrollo de los sistemas de doble propósito, han estado estrechamente asociados al desarrollo de la infraestructura vial. Los sistemas con mayores niveles tecnológicos y más productivos están localizados sobre el principal eje carretable del departamento, a lo largo de la zona de influencia del piedemonte. En este paisaje, la ubicación de las fincas con relación a centros urbanos y carretables principales y la disponibilidad de capital, determinan las características y tendencias actuales de los sistemas ganaderos (Rivas & Holmann, 1999). La explotación consiste en ganadería de cría, a partir de cruces entre las razas criollas X cebú. El número de cabezas es muy variable, hay colonos con tan solo una vaca con su cría hasta un máximo de 21 vacunos (Gómez, García, & Gutiérrez, 2002). De acuerdo a este panorama, en la región se han implementado diferentes sistemas de producción de ganado, como se muestra a continuación:

- **Sistema de cría.** Se desarrolla especialmente en fincas alejadas de los principales centros de consumo (zonas de colonización en transición hacia la colonización), donde no existen facilidades para la comercialización de leche, especialmente por la ausencia de vías, obras de infraestructura y por las pocas alternativas de uso del suelo. La base de la alimentación del ganado son pasturas nativas denominadas “criaderos o llanos”, o pasturas mejoradas del género *brachiaria*, establecidas luego de un proceso de tumba y quema de bosques y/o rastrojos (Ramírez & Seré, 1990).
- **Doble propósito.** Los sistemas doble propósito se localizan en cuatro tipos de paisajes: montaña, piedemonte, lomerío y vega. En el paisaje de montaña se desarrollan en tierras con altitudes superiores a los 500 msnm con pendientes entre 25% y 50% y en algunos casos superiores, siempre que tenga acceso carretable para la comercialización diaria de la leche (Arias, Balcázar, & Hurtado, 1990). En el paisaje de lomerío se desarrolla el sistema doble propósito complementado ocasionalmente con actividades de levante. En zonas de piedemonte y vega se desarrolla igualmente el sistema doble propósito con fuerte tendencia hacia el manejo simultáneo de las fases de levante o ceba. Los sistemas doble propósito de piedemonte y vega se desarrollan en las tierras más planas de la región y tienen gran tendencia a desarrollar simultáneamente las fases de levante y ceba (Mahecha, Gallego, & Peláez, 2002). El productor vende leche fresca a empresas de comercialización del producto, como Nestlé, El Trébol y microempresas fabricantes de queso. Este sistema es el más frecuente en toda la región consolidada de Caquetá, donde existen vías de acceso para la comercialización de la leche. Es desarrollado especialmente por pequeños y medianos ganaderos. El tipo de ganado en este sistema está basado en un pie de cría cebú cruzado con razas lecheras como pardo suizo, Holstein, normando, entre otros. La base de alimentación del ganado son generalmente pasturas de *brachiaria*.
- **Levante y ceba.** El sistema de producción de ceba, se realiza generalmente en fincas de mayor extensión. Es una actividad que requiere grandes recursos para la compra de animales que han tenido su período de levante, se utilizan machos y hembras, generalmente vacas descartadas para reproducción. Un macho cebado se ofrece en venta para sacrificio, con pesos entre 420 – 450 kg y una hembra de descarte con pesos entre 400 – 420 kg (INCODER; IICA, 2010).

Al determinar su participación porcentual, los municipios con mayor importancia son: San Vicente del Caguán, Puerto Rico y Cartagena del Chairá (Beltrán & Torrijos, 2013). Estimado para el 2017 en 1'809.702 cabezas, el Caquetá tiene el primer hato bovino de la Amazonia colombiana y el quinto en los departamentos de Colombia, mostrando un aumento de 21,7% con respecto al año 2015. De acuerdo con la información reportada por el ICA, a partir de la guía de movilización sanitaria, para el 2017 se movilizaron en el departamento 340.810 cabezas, de las cuales el 35% son machos entre 2 y 3 años. Los machos entre 1 y 2 años y las hembras de más de 3 años son los que registran disminución en su participación porcentual (2 y 5% respectivamente). Las hembras de 1 a 2 y de 2 a 3 años mantienen constante su participación. La mayor variación la registra el grupo de crías, que pasó de movilizar 15.087 a 47.123 unidades, lo que indica un aumento del 10% en participación sobre el total de las salidas del departamento (Torrijos Rivera & Eslava Benjumea, 2018).

En la comercialización de leche, la empresa multinacional Nestlé de Colombia tiene establecida una red de frío de 150 tanques de enfriamiento con capacidad de 850 litros cada uno, y se estima que en el año 2010 comercializó 111.000 toneladas de leche, lo que representa el 46% de la producción total. Igualmente, la producción de queso fue de 2.348 toneladas, de las cuales el 52% se envió para el Valle y el 27% para Cundinamarca. Es muy importante la producción de queso en la cadena de achira que se tiene con el Huila. Según cálculos del comité departamental de ganaderos del Caquetá, se estima que el valor de la producción ganadera en un día en el departamento es de \$545'600.000 como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Descripción actividades de la producción ganadera en Caquetá.

Actividad	Total
Producción de carne	343'000.000
Producción de leche	133'000.000
Producción de pieles	1'600.000
Producción de quesos	22'000.000
Transporte	30'000.000
Industria farmacéutica	16'000.000

Fuente: Comité de ganaderos del Caquetá

Este sector está fuertemente agremiado y apoyado por entidades del orden nacional y empresas del orden internacional, los productores están apoyados por ICA, CORPOICA, Universidad de la Amazonia, SENA, FEDEGAN, el Fondo Ganadero del Valle, el Comité Departamental de Ganaderos, los comités municipales de ganaderos y la recientemente organizada Asociación Departamental de Comités de Ganaderos del Departamento del Caquetá (ADECOCG). Igualmente, para la comercialización de carne y leche existen en el departamento el Coliseo de Ferias y Mataderos del Caquetá (COFEMA) y la empresa multinacional Nestlé de Colombia.

La caracterización y tipificación de los sistemas productivos, realizados en el paisaje de montaña, mostró que el número promedio de animales por finca es 94 cabezas de ganado, de las cuales el 47% es propio y 52% en compañía, con una carga de 0,94 UGG/ha. El mercadeo de la producción láctea se realiza con Nestlé y con empresas particulares, la comercialización del ganado es realizada a través de particulares o intermediarios directamente en las fincas SINCHI (2014).

El tipo de sistema ganadero de doble propósito que manejan los predios, permite mejorar tanto la producción de leche, como la obtención de mejores crías para la posterior ceba, ya sea en fincas propias o dadas en compañía. Se ordeñan 15 vacas con una producción media diaria de 4,0 litros que representa un ingreso de 14,3 SMM (salarios mínimos mensuales). Con relación al manejo de la reproducción y la sanidad del hato bovino, en estos sistemas productivos de pequeños productores para la zona de montaña, no se cuenta con un plan sanitario ni reproductivo, ya que el manejo de las enfermedades se hace de manera empírica (Gómez, García, & Gutiérrez, 2002).

De acuerdo a datos del Comité Departamental de Ganaderos, San José del Fragua cuenta con alrededor de 21.343 cabezas de ganado, lo que equivale a una participación del 1,59% en el departamento y se enfoca principalmente en ganado de doble propósito (producción de leche y carne); se emplea el sistema de producción extensivo tradicional (Comité Departamental de Ganaderos, 2013). En el municipio, el 57,05% de los predios concentran el 72,45% del inventario de bovinos total, es decir que 170 de los 298 predios ganaderos agrupan 15.463 animales, dejando 5.880 cabezas de ganado en 128 predios (MinTrabajo, 2013). En la Tabla 4 se describe la concentración de ganado entre las veredas que registran una mayor producción pecuaria en el municipio.

Producción de especies menores

Una de las actividades más representativas en términos de autoconsumo y generación de excedentes, está representada por la cría de aves de patio para la producción de huevos y carne, el levante de cerdos y la producción piscícola. La base de la alimentación para estos animales es plátano, yuca y maíz, que son producidos en la finca (Buitrago, 1990), por lo que el campesino ve esta actividad como una oportunidad de generar un ahorro con la utilización de los productos agrícolas producidos en su predio (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010); (SINCHI, 2003).

Tabla 4. Inventario bovino en las diferentes veredas del municipio de San José del Fragua

Vereda	Inventario Bovino	Nº Predios
Tigra	590	11
Yurayaco	657	3
Alto Castañal	715	4
Unión	742	12
Cristal	758	12
Triunfo San Pedro	874	10
Temblona	1.020	11
Iglesias	1.068	7
Carmen	1.081	11
Sinaí	1.279	3
Luna	1.431	13
Gallineta	1.538	12
Total	11.753	109

Fuente: Comité de ganaderos del Caquetá

- **Gallinas.** Los productores poseen aves de postura, engorde y levante en soltura, alimentadas con maíz y desechos de cocina. Existe un manejo tradicional de ponedoras, a partir de jaulas en madera para el control de la alimentación y la postura, se comercializa la producción de huevos y las aves de desecho en la misma finca y a la vez se utilizan para el consumo.

Para el año 2011, en el municipio de San José del Fragua se registró un inventario de 12.000 aves de engorde, 1.000 aves de postura y 13.000 aves de patio para un total de 26.000 unidades, siendo uno de los municipios con menor producción avícola en el departamento, cuyo total alcanza 1'424.647 unidades. Los costos de producción para un lote de 100 aves son de \$1'251.000, sin incluir los costos de traslado al mercado, donde el precio a la venta es de \$3.000 por libra (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013)

- **Cerdos.** Las familias poseen en promedio tres cerdos adultos de la raza zungo (criollo) en ceba, alimentados con maíz. Se comercializan en pie en la cabecera municipal,

o en los puertos fluviales; su manejo es en soltura y su reproducción es calculada en un parto por año. Para el año 2011 en San José del Fragua, la producción de ganado porcino arrojó un total de 54 granjas productoras, con un inventario por granja de 85 porcinos anuales y una producción estimada de 4.590 (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). El tiempo promedio de cría porcina es de 4 a 6 meses, con costos unitarios de producción de aproximadamente \$200.000. Cada individuo se comercializa con un peso de 5 arrobas (125 libras) a un valor de \$70.000 cada arroba (MinTrabajo, 2013).

- **Piscícola.** La producción piscícola se centra en lo que refiere a especies de consumo (cachama y/o mojarra), su comercialización es en el mercado local. Se identifica la Asociación Departamental ACUICA que incentiva la producción piscícola de especies de consumo y especies ornamentales (MinTrabajo, 2013).
- **Equinos.** No se cuentan con cifras exactas, pero se considera que se tiene un caballo y un mular, suplementados con caña panelera, maíz y sal.

Potencialidad y limitantes del sector pecuario

- **Ganado bovino.** Se tiene un inventario de 21.343 bovinos distribuidos en 298 fincas productoras, de estos el 55% de la producción se concentra en el 36,58% de los predios ubicados en veredas del occidente y sur occidente del municipio, zonas aptas para el desarrollo pecuario, en paisajes de lomerío, con pequeñas planicies. Para atender la producción pecuaria cuenta con 49.030 ha de pasto: 30 ha en pasto de corte, 15.000 en pasto tradicional y 34.000 en praderas tecnificadas (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010); (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011).

La producción de leche es adquirida en su totalidad por las empresas queseras y por Nestlé de Colombia directamente en las fincas ganaderas. La mano de obra y la medicina que se suministra al ganado son los factores que más impactan los costos de producción de la actividad, la cual genera en promedio dos empleos directos por cada predio productor. La ganadería jalona otras actividades conexas que dinamizan aún más la economía del municipio, entre estas los pequeños expendios de carne, intermediarios dedicados a la compra y venta principalmente de ganado en pie, transportadores, sector lácteo, mano de obra calificada como veterinarios y zootecnistas. Esta actividad cuenta con poca tecnificación en los predios productores, encontrándose aún potreros con estructuras que no son aptas para la producción, lo que le resta valor agregado al producto y por ende un menor precio de venta; sumado a esto existen 144 km de vías rurales en material afirmado que se encuentra entre regular y mal estado, lo que impacta en la calidad y costo de la producción.

- **Gallinas.** Se cuenta con ambientes apropiados para la producción avícola por sus condiciones climáticas, principalmente en las zonas conocidas como paisaje de piedemonte y paisaje de lomerío, puesto que cumplen con condiciones de temperatura y humedad. Se desarrolla en galpones con poca tecnificación, sin generación de valor agregado. No se cuenta con una planta de

beneficio que permita manejar medidas sanitarias. La distribución del producto se hace en las tiendas locales y por encargos (MinTrabajo, 2013).

- **Cerdos.** Esta actividad se realiza de manera artesanal con prácticas tradicionales, no se genera valor agregado. No existen organizaciones que representen de manera efectiva la actividad porcícola. Los factores que más afectan los costos de producción son el concentrado y los medicamentos que se suministran a los animales (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010); (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013).
- **Piscícola.** Las condiciones hidrográficas del municipio permiten disponer del recurso para el desarrollo de esta actividad, la cual genera al menos un auto empleo familiar. Los aspectos que más afectan los costos de producción son los insumos empleados para la alimentación.

1.4.2 Sector secundario (recurso leche)

La actividad industrial está marcada por el aprovechamiento del recurso leche y de la caña panelera, los cuales jalonan el sector secundario de la economía. La industria quesera está representada por cuatro empresas, que arrojan una producción mensual de 116,25 ton/mes; utilizando para este fin 31.000 litros de leche diaria como materia prima y generando 31 empleos directos. La producción de queso principalmente tipo doble crema se distribuye en la ciudad de Bogotá. El restante de la producción lechera es adquirido por industrias Nestlé, quienes compran directamente a los productores y lo llevan a la ciudad de Florencia donde lo recaudan y posteriormente hacia el departamento del Valle para su procesamiento (Secretaría de Agricultura del Caquetá 2011, perfil productivo municipio de San José del Fragua).

1.4.3 Producción agrícola

Como resultado del proceso de colonización, la actividad agrícola hace referencia a los cultivos de maíz, plátano, yuca y café, cuya tendencia es descendente por razones sociales y técnicas, mientras que los cultivos de caucho, frutales amazónicos y chontaduro

para palmito, presentan una tendencia ascendente ya que se consideran como cultivos promisorios y ambientalmente sostenibles, y son objeto de fomento por el Estado (Calderón, 2007). Los cultivos agrícolas presentan baja rentabilidad debido a las deficientes o ausentes vías de comunicación, gran porcentaje de maíz, yuca y plátano se pierden anualmente por plagas, enfermedades, o en la post-cosecha lo mismo que por inundaciones que se presentan por la alteración de los ciclos hídricos o porque los cultivos se establecen en zonas de riesgo que no han sido identificadas por falta de un ordenamiento territorial ambiental. Los frutales amazónicos son un renglón productivo recientemente promocionado que data en el departamento desde el año 1997, período en el cual instituciones como Instituto SINCHI, CORPOICA, Universidad de la Amazonia, Universidad Nacional y algunas organizaciones de base han realizado proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología.

En las zonas más distantes, este sistema de producción con énfasis a cultivos de pancoger, se convierte en la base de alimentación para el núcleo familiar y alimento para las especies menores (aves, peces, cerdos); que generan algunos excedentes, especialmente por la venta de maíz, plátano y aves de patio. Para su siembra, los productores utilizan semillas producidas en su finca o en zonas vecinas de maíz calilla blanco, plátano (variedades de hartón, píldoro, banano), yuca; no realizan prácticas de abonamiento y eventualmente realizan una limpia al año para el control de las malezas (SINCHI, 2003); (Calderón, 2007).

El cultivo de caucho se constituye en promisorio para la región por su carácter recuperador y por la utilización intensiva de mano de obra familiar, adaptándose así a los asentamientos de economía campesina por su tolerancia a condiciones de baja fertilidad, alta acidez y presencia de aluminio, característicos de los suelos de la Amazonia colombiana y en especial de las praderas degradadas de la región. Es un cultivo con una tradición de más de 30 años en esta región, a través de los cuales ha demostrado sus bondades de orden económico, ecológico y social, razones que han llevado a posicionar esta actividad para el impulso del desarrollo agrícola del departamento (ASOHECA, 2009). Esta actividad se encuentra muy dispersa en todo el territorio, siendo esto un limitante para su comercialización, sobresalen los municipios de El Doncello con 887,7 ha, Cartagena del Chairá con 772 ha, Belén de los Andaquíes con 748 ha, Puerto Rico 572,5 ha, El Paujil 467 ha y Florencia 4.656 ha (ASOHECA, 2011). El área plantada a 2011 corresponde a 5.619,2 ha, de las cuales hay 1.603 ha aptas para la producción. El rendimiento estimado es de 185.080 kg/mes (ASOHECA, 2011).

En las zonas de media intervención, que va desde los 700 a los 1.600 msnm se ha venido consolidando un sistema de agricultura comercial para la venta con especies como el café (variedades Caturra, Colombia y Castilla) con una producción de 9 cargas/ha, de igual manera se ha venido consolidando el cultivo del cacao nativo y variedades ICS 95 (ACAMAFRUT, 2012). Para su manejo, los productores realizan control manual de malezas, fertilización química y orgánica de los cultivos y manejo fitosanitario contra la roya, moniliasis y escoba de bruja. La producción se comercializa en los centros poblados o en la cooperativa de caficultores a la cual están agremiados. Los productores manifiestan no tener dificultades para su comercialización (SINCHI, 2003); (SINCHI, 2011).

1.4.3.1 Cultivos anuales

Yuca

Al igual que el maíz, la yuca se considera un cultivo colonizador establecido generalmente con fines de autoconsumo. Para el año 1999 en el departamento se registraron 10.008 ha sembradas, las cuales se incrementaron en 42,8% para el año siguiente, mostrando un descenso progresivo a partir de 2001 debido a los altos costos de producción, los bajos precios del mercado y la influencia de los cultivos ilícitos (INCODER; IICA, 2010). Para el año 2009 se presenta un incremento del área establecida en este cultivo con un porcentaje equivalente al 61,9% (AGRONET, 2010). Para el año 2010, en el departamento se sembraron 7.455 ha y se cosecharon 6.168 ha con las cuales se obtuvo una producción de 46.400 toneladas para un rendimiento promedio de 7.000 kg/ha (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011). En la Tabla 5 se puede observar la producción de yuca en el departamento para el año 2009, 2010 y 2014. La producción es dedicada en gran parte al autoconsumo, y el excedente se utiliza en el fomento y producción de pequeñas especies (INCODER; IICA, 2010).

Tabla 5. Área sembrada-cosechada-producción y rendimiento del cultivo de yuca en Caquetá.

Periodo	Área (ha) Sembradas	Área (ha) Cosechadas	Producción/Ton	Rendimiento Ton/ha
2009	9.236	5.720	43.489	7,60
2010	7.455	6.168	46.400	7,00
2014	7.166	6.282	43.466	7,18

Fuente: Secretaría de Agricultura del departamento del Caquetá.

Plátano

El plátano en el departamento se constituye en uno de los principales cultivos que soporta la alimentación y la economía de las familias campesinas. Desde el año 1999 reporta la existencia de áreas que alcanzan las 10.094 ha, con un progresivo incremento hasta estabilizarse alrededor de las 12.456 ha cosechadas, que se registran en el año 2009, con un rendimiento promedio de 6.200 kg/ha, el cual se consideró alto frente al promedio nacional de 7.800 kg/ha (INCODER; IICA, 2010); (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011). Para el año 2010 en el departamento del Caquetá se sembraron 16.773 ha y se cosecharon 11.897 ha con las cuales se obtuvo una producción de 73.422 ton, para un rendimiento promedio de 6.170 kg/ha. Para este año se reporta una disminución 4,48% en áreas cosechadas con respecto al año inmediatamente anterior (INCODER; IICA, 2010). La Tabla 6 muestra la producción de plátano en el departamento.

Tabla 6. Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento del cultivo de plátano en Caquetá.

Periodo	Área (ha) Sembradas	Área (ha) Cosechadas	Producción/Ton	Rendimiento Ton/ha
2009	15.795	12.456	77.444	6,22
2010	16.773	11.897	73.422	6,17
2014	13.441	10.737	64.991	6,10

Fuente: Secretaría de Agricultura del departamento del Caquetá.

El cultivo de plátano ha sido el más afectado por los cultivos ilícitos, pues una vez presentados, fue relevado y abandonado para seguir el establecimiento de estos, reduciéndose altamente el área sembrada. Debido al abandono de cultivos de plátano, llegaron las enfermedades conocidas comúnmente como Sigatoka o Maduraviche. Además de los problemas fitosanitarios mencionados, otros problemas asociados con el cultivo son: manejo deficiente, que afecta directamente la calidad y el rendimiento del producto para ser competitivo a nivel nacional, la falta de material vegetal de calidad (semillas, colinos), los altos costos de producción de mano de obra, los bajos precios de mercado y las deficiencias en el proceso de comercialización. Lo que ha incidido en la reducción de áreas sembradas en los últimos años (INCODER; IICA, 2010); (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011) (Tabla 6). El gremio platanero, se encuentra organizado a través de comités municipales, los cuales a su vez han conformado la asociación de productores de plátano del Caquetá "ASOPLACA", para facilitar los procesos de fomento, capacitación, asistencia técnica y fortalecimiento gremial a sus asociados. El cultivo del plátano en el paisaje de montaña ha presentado en los últimos años una tendencia creciente al pasar de 292 a 550 ha, mostrando un rendimiento promedio a los obtenidos en los cultivos nacionales; la actividad es de las más tradicionales en el municipio, sin embargo, ha perdido espacio en el mercado local. Este cultivo genera en promedio un empleo permanente y dos indirectos, principalmente en las épocas de cosecha y para el mantenimiento de los cultivos (MinTrabajo, 2013).

Piña

En Caquetá, la piña se cultiva en forma tradicional en los huertos de pancoger. Esta especie nativa se comercializa de manera informal por los campesinos a nivel regional. Desde el año 1999 se observa un incremento gradual en el área cosechada que alcanzó 410 ha en 2009, con un rendimiento promedio de 6.840 kg/ha, considerado muy bajo con respecto al promedio nacional que alcanzó 38.200 kg/ha. Cultivada por los indígenas en sus chagras, en sistemas de cultivos tradicionales, actualmente se siembra en sistemas agroforestales ocupando el estrato bajo. Durante el año 2009 se reportó un área sembrada de 578 ha de piña en el departamento del Caquetá, con un área cosechada de 410 ha, con una producción de 2.806 ton arrojando un rendimiento de 6.840 kg/ha. Para el año 2010 se reportó la existencia de 728 ha establecidas, con 464 ha cosechadas, dando una producción de 3.268 ton, arrojando un rendimiento de 7.000 kg/ha (Tabla 7). En el municipio de Albania el área sembrada con piña para el año 2012 alcanzaba las 133 ha, seguido por el municipio de San José del Fragua con 120 ha y Belén de los Andaquíes con 81 ha. Con un rendimiento de 8,51, 17,35 y 6,00 ton/ha respectivamente.

Tabla 7. Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento del cultivo de piña en Caquetá.

Periodo	Área (ha) Sembradas	Área (ha) Cosechadas	Producción/Ton	Rendimiento Ton/ha
2009	578	410	2.806	6,84
2010	728	464	3268	7,00
2014	621	487	3.404	8,28

Fuente: Secretaría de Agricultura del departamento del Caquetá.

1.4.3.2 Cultivos transitorios

En el año 2008 las evaluaciones agropecuarias identificaron 8.614 ha con una producción de 10.963 ton (INCODER; IICA, 2010).

Maíz

Como todos los cultivos considerados colonizadores, presenta una tendencia decreciente; para el año 1999 se reportaron 20.000 ha cosechadas, mientras que para el año 2009 se reportaron 7.063 ha. Esta disminución se relaciona con la reducción en la apertura de la frontera agrícola.

En el año 2009 en el departamento de Caquetá se sembraron 3.959 ha y se cosecharon 2.691 ha con las cuales se obtuvo una producción de 3.667 ton, para un rendimiento promedio de 1.300 kg/ha. Para el año 2010 en el departamento de Caquetá se sembraron 12.737 ha de maíz blanco y amarillo donde el blanco representa el 71% y se cosecharon 12.236 ha con las cuales se obtuvo una producción de 13.387 ton, para un rendimiento promedio de 1.080 kg/ha. Para este año se reporta un incremento del 5,1%

en las áreas cosechadas con respecto al año inmediatamente anterior.

Respecto al aporte del departamento a la producción nacional, este participa con el 2,15% de la producción. En la actualidad se estima que un gran porcentaje se destina para el autoconsumo familiar y fomento de pequeñas especies. De los cultivos transitorios, el maíz es el que presenta mayor área sembrada en el departamento. Luego de que los terrenos son utilizados para este cultivo, se dedican en un alto porcentaje a la siembra de pastos, y una pequeña porción se deja como rastrojos para la siembra de cultivos permanentes.

La competitividad del cultivo de maíz no tiene limitaciones por aspectos de conocimiento, información, tecnología y capacitación, pues todas estas condiciones están dadas en nuestro medio. El problema radica en los altos costos de producción y de transacción, y la resistencia de los productores a la adopción de las nuevas tecnologías, factores que los marginan del mercado. Según los datos del muestreo realizado por la Secretaría de Agricultura en 2006, para los meses de febrero y marzo al departamento ingresaron

en promedio cada mes 10,4 ton de maíz blanco, 330 ton de maíz amarillo, 6,9 ton de maíz en mazorca y 24,1 ton de maíz trillado, lo que permite ver las debilidades que tiene el departamento para competir con otras regiones en la producción de las diferentes variedades de maíz.

Otros cultivos transitorios

En el año 2010 se reportan siembras de pequeñas áreas de cultivo que no se habían registrado anteriormente, con cultivos como ahuyama, cebolla junca, cilantro, maní, sandía y tomate, cuyas áreas no son significantes, pero se observa interés de sus productores de tener nuevas alternativas de producción (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011). Que representan 2.107 hectáreas sembradas de las cuales 1.868 son cosechadas y generan una producción de 9.763 toneladas, lo que es un rendimiento del 5,23% Ton/ha.

1.4.3.4 Cultivos permanentes y semipermanentes

Cacao

Este cultivo fue fomentado en la región por la Secretaría de Agricultura Departamental hacia el año 1975. Luego con la presencia de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACO), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se crea la Asociación Departamental de Productores de Cacao y Especies Maderables de Caquetá (ACAMAFRUT), encargada de coordinar las acciones y liderar la cadena productiva de cacao en el departamento (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011). El cultivo en la región inició con 504 ha sembradas, de las cuales se cosecharon 450 ha (Gobernación del Caquetá & Secretaría de Agricultura, 2006). En el año 2009 en el departamento se reportó 1.169 ha de cacao sembradas de las que se cosecharon 284 ha (0,69% del promedio nacional para el 2008, que fue de 108.528 ha) (ACAMAFRUT, 2012) con las cuales se obtuvo una producción de 151 ton, para un rendimiento promedio de 530 kg/ha. Para el año 2010 en el departamento de Caquetá las hectáreas sembradas aumentaron en 672, de las cuales se observó un incremento de 57,5%, aportando 311 ton a la producción nacional (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011).

Además de ACAMAFRUT, organización gremial de segundo nivel que agrupa a los comités municipales de productores de cacao, existen algunas empresas privadas que desarrollan actividades importantes para la transformación y comercialización del producto en el departamento. Los productores cuentan con facilidades para comercializar el grano de cacao, pues en los principales municipios productores del departamento se encuentran puntos de acopio y comercialización de empresas nacionales como LUKER o en su defecto agentes comercializadores que realizan las transacciones.

Para el año 2012 ya se contaba con 1.839 ha sembradas, en las que se han incorporado nuevas siembras con materiales clonados, con los que también se espera mejorar el promedio de producción de 530 kg/ha (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011); (MinTrabajo, 2013). Los municipios de Cartagena del Chairá y El Doncello concentran las plantaciones de cacao más representativas del departamento. (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2010), (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). Los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes que hacen parte del paisaje de montaña del departamento cuentan con 57 y 208 ha de cacao sembradas respectivamente (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). De las cuales el área cosechada para el municipio de San José fue de 40 ha y el municipio de Belén de 128 ha; con un rendimiento de 0,88 y 0,70 ton/ha respectivamente.

Con el propósito de mejorar la productividad y los ingresos de los productores de cacao, desde 2008 la Gobernación bajo la coordinación de la Secretaría de Agricultura, viene apoyando proyectos de cacao, viabilizados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a las organizaciones con el programa de apoyo a alianzas productivas. Las nuevas áreas de cultivo, son resultado de las diferentes actividades de fomento y crédito, adelantadas por la Secretaría de Agricultura. Es de destacar la acción de ACAMAFRUT, quien ha diligenciado actividades en el programa de brigadas de crédito, con el 73,84% de recursos desembolsados, convenio con el Banco Agrario, recursos FINAGRO y recursos FAG, medio que facilita adquirir capital para establecimiento de cultivos y mejorar la

producción con la inclusión de nuevas técnicas al cultivo (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011); (ACAMA-FRUT, 2012); (MinTrabajo, 2013).

Este producto ha ido en aumento en el municipio de San José del Fragua desde el año 2007, ganando espacio a otros cultivos tradicionales; el rendimiento alcanzado es de 0,6 ton/ha/año, ubicado por debajo del promedio nacional que alcanza 1,7 ton/ha/año. De acuerdo a datos obtenidos en la evaluación del perfil productivo del municipio en este hay 40 productores que están cultivando este grano. Durante la producción solo se realiza el proceso de secado al grano para su comercialización sin darle ningún valor agregado. La actividad demanda un empleo permanente y al menos dos empleos indirectos. La comercialización se hace con intermediarios que compran el grano directamente a los productores. La asociación ASOACASAN ha tratado de buscar espacios con empresas directamente, sin embargo, a la fecha no han logrado concretar negocios para el suministro del grano.

Café

El departamento hace 20 años contaba con aproximadamente 9.000 ha, de café distribuidos a lo largo de la cordillera oriental, esta área estaba sembrada desde los 450 msnm hasta los 1.000 msnm aproximadamente desde San José del Fragua hasta San Vicente del Caguán (INCODER; IICA, 2010). La actividad se vio afectada por diversos aspectos fitopatológicos, la roya, minador de la hoja, la broca (Gobernación del Caquetá y Secretaría de Agricultura, 2006). Hoy la caficultura se encuentra entre los 900 – 1.200 msnm, con problemas fitosanitarios controlados por los agricultores con el apoyo del comité departamental de cafeteros. El departamento posee una caficultura poco tecnificada, manejada en forma tradicional y con un número entre 1.500 y 2.000 árboles/ha. La emigración de mano de obra hacia otras fuentes de empleo como los cultivos ilícitos ha afectado notablemente este sector de la producción. Desde 1995 la Federación Nacional de Cafeteros inició su programa de renovación de cafetales con caficultores líderes, implementando en la siembra una densidad de 5.000 árboles por ha, y manejada en forma tecnificada mostrando por consiguiente buena producción y rentabilidad.

Durante el año 2003, la cooperativa de caficultores del Caquetá contó con 1.281 socios a quienes compró 316.112 kg de café, de los cuales 178.765 kg fueron de café amazónico que es comercializado a mejor precio por ser de tipo exportación (regularmente se paga cinco centavos de dólar más por kilo, con relación al café corriente). En el año 2009, el departamento reportó 2.867,7 ha de café sembradas y se cosecharon 2.796,5 ha con las cuales se obtuvo una producción de 2.521,7 ton, para un rendimiento promedio de 900 kg/ha.

Para el año 2010, el departamento del Caquetá reporta 3.538 ha sembradas y se cosecharon 2.950 ha con las cuales se obtuvo una producción de 3.517 ton, para un rendimiento promedio de 1.100 kg/ha. En este año se presenta un incremento en área de siembra de 672 ha, el cual aportó 3.517 ton a la producción nacional.

En el año 2012, el área sembrada en café en el departamento fue de 3.608 ha, donde los municipios de Puerto Rico y El Doncello concentran las mayores hectáreas con 1.200 y 800 ha, respectivamente (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). Para el caso específico de los municipios de José del Fragua y Belén de los Andaquíes este cultivo presenta un área sembrada de 22 y 51 ha, respectivamente, aportando un rendimiento de 1,10 y 1,00 ton/ha.

El café producido en el departamento es considerado como café especial, por cultivarse de forma orgánica, actualmente es comercializado por la cooperativa de caficultores del Caquetá. 50% se destina para la elaboración del “Café Amazónico” que se distribuye en las tiendas Juan Valdez. La perspectiva de este sistema productivo en el departamento del Caquetá tiende a mejorar las plantaciones existentes, el proceso de secado y beneficio, permitiendo incrementar la producción actual y optimizar la calidad del producto ofertado. Aunque la política nacional busca desestimular la incorporación de nuevas áreas de café y estimular la renovación de los cafetales envejecidos existentes, hay cultivadores interesados en ampliar sus áreas de cultivo. (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011).

Caucho

En la década de los 60, la Caja Agraria y el INCORA importaron desde África material vegetativo de caucho natural (*Hevea brasiliensis*) para fomentar su cultivo en los municipios de Belén de los Andaquíes, El Doncello y Valparaíso (INCODER; IICA, 2010). Del total sembrado, el 80% lo cultivó el INCORA y el 20% restante, campesinos de la región (ASOHECA, 2007).

En el año 2009, en el departamento existían 7.521 ha establecidas, de las cuales cerca de 3.500 están aptas para entrar en producción, pero sólo se están aprovechando 1.142, con un promedio de 1.200 kg/ha. Las hectáreas restantes no se aprovechan bien por los altos costos de equipamiento de las plantaciones, por dificultad para acceder a recursos de crédito agropecuario, y principalmente porque el cultivo no es visto como una oportunidad de negocio (ASOHECA, 2009). Para el año 2010, en el departamento de Caquetá existían sembradas 7.670 ha y se cosecharon 1.390 ha con las cuales se obtuvo una producción de 1.686 ton, para un rendimiento promedio de 1.200 kg/ha. Para este año se reporta un incremento en el área sembrada del 2,0% con respecto al año inmediatamente anterior (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011); (MinTrabajo, 2013).

Para el año 2012, los municipios que presentaron la mayor área sembrada fueron Belén de los Andaquíes y El Doncello, con 1.037 y 1.072 ha, respectivamente. El municipio de San José del Fragua un área de 82 ha (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). La producción de caucho en el departamento ha aumentado gradualmente gracias a la intervención de ASOHECA (Asociación de reforestadores y cultivadores de caucho del Caquetá) quien ha alcanzado a intervenir el 50% del mercado local, facilitando la comercialización por la estabilización de los precios. El gremio cauchero se encuentra organizado por medio de los comités municipales y ASOHECA, quienes vienen adelantando programas de fomento, asistencia técnica, capacitación y comercialización a pequeños productores de la región. Igualmente, ASOHECA cuenta con una planta piloto procesadora y transformadora de caucho, ubicada en la vereda Itarca, corregimiento de Santuario, municipio de la Montañita. Esta planta realiza

la comercialización de coágulos de caucho y su posterior transformación en caucho técnicamente especificado, con lo que se espera reducir la comercialización de caucho en lámina y ripio, para ofertar al mercado una materia prima homogénea de excelente calidad, que permita su comercialización a nivel industrial (ASOHECA, 2007).

Actualmente el negocio del caucho a nivel nacional e internacional es muy estable y rentable, teniendo en cuenta que el precio del producto es fijado a nivel internacional y que la tendencia mundial es a incrementar el precio por diferentes motivos que están afectando a los principales países productores. Otro factor a considerar, es que en Colombia se importa aproximadamente el 97% del caucho que el país consume, lo que permite visualizar que este sistema productivo no presenta problemas para la comercialización de la materia prima que se produzca o los elementos que mediante algún proceso industrial se elaboren, siendo una opción con amplio futuro (ASOHECA, 2009).

Para el desarrollo del cultivo de caucho en el municipio de San José del Fragua, el Banco Agrario ofrece créditos Finagro para los cultivadores. Se resalta que este cultivo tiene un gran potencial de desarrollo en el municipio, puesto que por un lado tiene un mercado que asegura la compra de la producción y por otro existe una red de instituciones que coloca a disposición de los cultivadores un paquete de programas y servicios para fortalecer y mejorar la actividad. Este sistema productivo está generando un empleo permanente y tres indirectos en monocultivo y en sistema agroforestal (caucho y otros cultivos) por cada cuatro hectáreas cultivadas.

Caña panelera

Es uno de los principales cultivos semi-permanentes de la economía campesina de las regiones de influencia de los ríos Caquetá – Orteguzza y Altillanura, ocupa el sexto renglón productivo del departamento (Agenda Unitaria del Caquetá, 2002). El área sembrada en el año 2001 fue de 3.025 ha y 2.487 ha cosechadas con una producción de 12.996 ton, el 38% se dedica al autoconsumo, 3% para alimentación de animales, 1% para transformación en bebidas y el 58% al mercado local y regional (Agenda Unitaria

del Caquetá, 2002); (INCODER; IICA, 2010).

De acuerdo con lo anterior, en el año 2008 el área total cultivada fue de 5.777 ha, de las cuales 3.998 ha, fueron destinadas para la producción de panela con un rendimiento promedio de 5.810 kg/ha; 364 ha fueron destinadas para la producción de mieles con un rendimiento promedio de 2.600 kg/ha; y 1.415 ha se utilizaron como forrajes. Para el año 2009, el área cultivada fue de 6.093 ha, de las cuales 4.112 ha fueron destinadas para producción de panela con un rendimiento promedio de 4.890 kg/ha, 329 ha se destinaron para la producción de mieles y 1.652 ha fueron utilizadas como forrajes (INCODER; IICA, 2010).

En el aspecto organizacional, hay conformados ocho comités municipales de paneleros legalmente constituidos, de los cuales seis (Curillo, Albania, San José del Fragua, El Doncello, San Vicente del Caguán y Solano) están afiliados a la Asociación de Paneleros del Caquetá – ASOPANELA – a través de la cual han sido ejecutados varios proyectos tendientes a fortalecer la organización y el gremio panelero del departamento y se ha incentivado el montaje de complejos paneleros en los municipios de Albania y San José del Fragua, municipios que para el año 2012 presentaron una área sembrada de 240 y 648 ha. Además de realizó la remodelación de complejos en el municipio de El Doncello que cuenta con 223 ha de caña sembradas (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011); (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). Específicamente en el municipio de San José del Fragua, la cosecha de caña panelera se sostiene durante todo el año debido a que se maneja un corte de entresaque, con índices de producción más altos en los meses de abril a octubre. Durante los meses de noviembre a febrero se percibe una baja producción de caña (CORPOA, 2013).

Esta industria panelera en el municipio de San José, está representada por 28 empresas que producen mensualmente 30.000 toneladas de panela y generan aproximadamente 170 empleos directos. Esta industria panelera tiene dentro de sus representantes a la Asociación de Productores de Panela zona sur (ASPAZSUR), una asociación productora de panela con 16 años de experiencia que beneficia a 15 familias y a 80 personas, de

las cuales 20 se encuentran en situación de desplazamiento (MinTrabajo, 2013).

Entre los aspectos que afectan la competitividad y el desarrollo de esta actividad en el departamento, se incluyen los costos de producción y de transacción, la poca disponibilidad de material vegetal mejorado que facilite su propagación, y la dificultad para el acceso a recursos económicos en términos de crédito e inversiones, sumado a la baja transformación e inclusión de valores agregados. Dándose el caso de entradas de productos de la caña de otros departamentos cuyos costos de producción permiten la competitividad.

La existencia de nuevas áreas de cultivo, es producto del fomento que realiza la Secretaría de Agricultura a través de las brigadas de crédito, actividad programada en convenio con el Banco Agrario, facilitando recursos para el Sector (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013). La situación actual del sistema productivo panelero en el municipio de San José del Fragua lo posiciona como el mayor productor a nivel departamental. Genera empleos familiares, alrededor de cada ramal se reúnen un número determinado de familias que varía de acuerdo a la magnitud del cultivo. La comercialización se realiza en los municipios de Florencia, Albania, San José del Fragua. Por otro lado, el departamento para la prosperidad social firmó un convenio que busca mejorar la infraestructura productiva del sector panelero en el departamento. El SENA ha brindado capacitación y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ha asistido en cuanto al manejo de plagas.

Palma africana

Cultivo iniciado en el departamento en la década de 1960 y actualmente solo se encuentra establecido en el municipio de Belén de los Andaquíes, con un área plantada para el año 2009 de 385 ha, las cuales se cosecharon totalmente (INCODER; IICA, 2010), con una producción de 576 ton/año, equivalente al 0,09%, de la producción nacional (629.134 ton/año). El rendimiento departamental con este cultivo es del orden de 1.500 kg/ha, está en el rango de medio alto con respecto al rendimiento nacional (3.600 kg/ha) (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011); (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013).

Este cultivo no presenta variación significativa en el departamento y no se realizan nuevas siembras por lo que la producción tiende a disminuir debido a que los cultivos ya cumplieron su ciclo productivo. El cultivo es explotado por la central de cooperativas de la reforma agraria -CECORA, con sede en la inspección de policía de la Mono. Esta organización administra la plantación y la planta extractora (Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá, 2013).

Frutales amazónicos

Arazá

Es un renglón productivo promocionado en el departamento desde el año 1997. El fomento del cultivo de arazá permite tener áreas sembradas desde una hectárea principalmente en sistemas agroforestales. En el año 2009 se reportó un área sembrada de 689 ha, con una área cosechada de 423 ha, con una producción de 1.318 ton y un rendimiento de 3.120 kg/ha. En 2010 se reporta 446 ha sembradas, 397 cosechadas con una producción de 986,5 ton que arrojan un rendimiento de 2.480 kg/ha. Se aprecia disminución tanto en las áreas plantadas como del rendimiento, ocasionado principalmente por deficiencias en su comercialización. Los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes presentan extensiones cultivadas de 7 y 40 ha respectivamente, sin embargo este es considerado por los locales como un cultivo de menor importancia debido a las dificultades de comercialización, que lo tiene condenado a desaparecer, razón por la cual cada año aparecen menos hectáreas (Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá, 2011); (MinTrabajo, 2013).

Pastos y cultivos forestales

En el municipio de San José del Fragua el sector rural cuenta con 49.030 ha de pasto para el sostenimiento del ganado y está distribuido de la siguiente manera: 30 ha en pasto de corte; 15.000 ha en pasto tradicional y 34.000 ha en praderas tecnificadas (MinTrabajo, 2013).

Con relación a los cultivos forestales el municipio registra los siguientes cultivos para el año 2011 (Tabla 8).

Tabla 8. Cultivos forestales establecidos en el municipio de San José de Fragua para el año 2011.

Nombre común	Área sembrada (ha)	Densidad de siembra (árboles/ha)
Nogal Cafetero	65	600
Cedro	60	600
Abarco	50	600

Fuente: Datos tomados de perfil productivo del municipio de San José del Fragua

1.5 Síntesis de las tipificaciones de sistemas productivos en el departamento del Caquetá en la unidad de montaña

1.5.1 Agricultura de subsistencia con especies tradicionales (maíz, plátano, yuca) en paisajes de montaña en climas cálidos y medio.

Corresponde a la punta de colonización en la cordillera, las coberturas predominantes son de bosque natural intervenido en diferentes unidades de suelo del paisaje de montaña, asociada a la tala y tumba del bosque, donde se adelanta agricultura de subsistencia y aprovechamiento selectivo de maderables, aquí se presenta la mayor marginalidad de la población. Es la forma de ocupación quizás más dañina desde el punto de vista ecológico, y económicamente el área presenta serias dificultades

para la apertura de vías y el transporte de los productos a los centros de consumo. A ello se suma las restricciones que el Estado debe imponer a la población que ocupa esta área, con el fin de proteger los recursos naturales. El tamaño de los predios es menor de 20 ha, la mano de obra para la explotación agrícola es principalmente familiar y ocasionalmente la emplean fuera de la finca, viven en condiciones muy precarias debido al bajo grado de accesibilidad. En este estado de ocupación se encuentran 220.521 ha, que corresponden al 5.7% del área.

Con relación a este panorama el Instituto SINCHI adelantó hacia el año 2012 la caracterización y tipificación de los sistemas productivos del departamento, donde encontraron para la zona de montaña las siguientes tres tipologías: i) Agropecuario Semiempresarial –AgpS-(ganadería de doble propósito con énfasis a la leche, cacao, cultivos de pancoger, producción avícola y piscícola) con un 50%, ii) Agroavícola Semiempresarial AgAvS (café, cacao, plátano, cultivos de pancoger, avicultura, ganadería de cría y leche e ingreso extrapredial), que representa un 13.8% y iii) Agropiscícola familiar-AgPiscF (cacao, plátano, pancoger, piscicultura, ganadería de ciclo completo e ingreso extrapredial), con un 19.4% (SINCHI, 2014).

1.5.2 Agricultura de autoconsumo con especies tradicionales (maíz, plátano, yuca), comercialización de café y plátano y ganadería doble propósito en paisajes de montaña en clima cálido y medio.

La actividad principal es la ganadería doble propósito en pasto braquiaria, gramas naturales. Son importantes los monocultivos de café, plátano, yuca, maíz, frijol y caña. Se desarrolla en tierras con altitudes superiores a los 500 msnm con pendientes entre 25% y 50%. Las coberturas involucran bosque altamente intervenido, rastrojos y pasturas establecidas en monocultivos en las unidades de suelos más planas o ligeramente inclinadas. En algunos predios la leche se destina a la fabricación de queso y autoconsumo. La principal limitante para la comercialización de los productos viene a ser el acceso a vías carretables, especialmente para la comercialización diaria de la leche.

La mayoría de los colonos (el 97,5% son propietarios de sus tierras). De ellos el 70% la han adquirido por compra a otros y/o han sido parceleros del INCORA, solo un 15% han sido fundadores y el resto la ha adquirido por herencia o por posesión. La mano de obra es en su mayoría de tipo familiar, ya que el 85% de las fincas no se contrata ningún tipo de trabajador y solo en algunas de ellas (12,5%) se contrata un trabajador.

La mayoría de los colonos de la cordillera se tienen que valer de sus propios medios para la producción agrícola, ganadera y agroforestal, ya que solo un 30% de ellos cuenta con facilidades crediticias (algunos de los que están por debajo de la cota de los 700 msnm). Lo anterior conlleva a que, sin crédito ni asistencia técnica, el colono siga desmontando bosques, entre sacando y/o vendiendo madera a los madereros mayoristas, casi todos del Huila y sembrando o incorporando tierra en pendientes fuertes sin ningún tipo de ayuda ni de control.

Pastos y forrajes

El 75% de las pasturas para el ganado están basadas en pasturas introducidas de *Brachiaria decumbens* e *imperial* (*Axonopus scoparius*), comúnmente utilizado como pasto de corte, pero en este caso los productores lo utilizan en pastoreo. La extensión de las fincas y la topografía de los suelos, limitan la mecanización de los terrenos para el establecimiento de los pastos. Por lo que la siembra se realiza a través de quema de las áreas provenientes generalmente de tumba de rastrojos o bosques, con semilla sexual, si están en capacidad de adquirirla en el mercado. Por el contrario, si solo disponen de mano de obra, el establecimiento lo realizan con material vegetativo.

Recurso animal

El número promedio de animales por finca es de 44 cabezas de ganado, con 12 vacas en ordeño por finca y una carga aproximada de un animal/ha. El tipo de ganado que manejan es cebú mestizo cruzado con Holstein y normando, buscando conseguir buena producción de leche y crías al destete. La producción promedio por vaca es de 3,8 litros de leche, con una producción aproximada por finca

de 44 litros diarios. Además de la producción de leche, los productores procuran obtener crías de buen tamaño para venderlas en el mercado unos pocos meses después de pasado el destete.

Manejo del hato

El manejo de pocos animales facilita a los productores suministrar manualmente a las vacas de ordeño residuos de vástago de plátano, rebrotes de caña y melaza con sal del 6 al 8% de fósforo. Los productores vacunan contra fiebre aftosa dos veces por año y contra carbón bacteridiano, con la vacuna triple, una vez al año a todo el ganado. En este sistema de producción hay una menor tendencia de presentación de casos clínicos en el ganado, especialmente diarreas en terneros, posiblemente por una mejor asistencia del productor y por un menor encharcamiento de los potreros.

1.5.3 Ganadería de leche y cría y agricultura de autoconsumo con comercialización de excedentes, en paisaje de montaña en clima frío.

Está ubicado en la zona plana del valle de Balsillas entre los 1.800 y 2.200 msnm. La actividad ganadera es liderada por grandes propietarios con tamaños de predios que van desde 250 hasta 1.000 ha, estas fincas se caracterizan por estar totalmente deforestadas y cerca del 100% en potreros. El énfasis de la ganadería es el engorde y la producción de leche. Existe agricultura de subsistencia, comercialización de algunos productos agrícolas como lulo y en algunas áreas maíz y frijol, el grado de accesibilidad es variable y los suelos en general son de baja fertilidad. La ganadería de cría y ocasionalmente engorde por el sistema del “mayor valor” presenta restricciones por pendientes, los pequeños ganaderos además de la leche y la cría también producen cuajada para autoconsumo.

Subsistema cultivo

La agricultura es practicada por los pequeños productores los cuales adelantan actividades ganaderas a pequeña escala con énfasis en cría por el sistema del mayor valor, asociada a la explotación de especies menores como cerdos y cría de gallinas. Estos productores se ubican en áreas marginales de sustracción a la reserva y distantes de los caminos principales.

Subsistema pecuario

Los grandes ganaderos producen principalmente leche y carne en pie, con destino a los mercados de Bogotá y Medellín. La carga por hectárea es de tres animales. Las fincas poseen buena infraestructura en madera y concreto, sin embargo, se considera como bajo el nivel tecnológico de las explotaciones, los principales problemas reportados son la brucelosis, la aftosa y el carbón sintomático.

1.5.4 Sistema de producción bovina de doble propósito con tendencia al levante de crías en paisajes de montaña de clima cálido.

Se encuentra ubicado cerca al piedemonte cordillerano y se aprecia a lo largo de la carretera principal del departamento que va desde Curillo hasta San Vicente del Caguán. Se ubica alrededor de los cascos urbanos ubicados en el límite entre la cordillera y el piedemonte. Involucra coberturas de pastos en monocultivos con alta presencia de relictos de bosques y rastrojos. Al encontrarse cerca de los centros urbanos la presencia de carretables interveredales mejora el acceso a mercados.

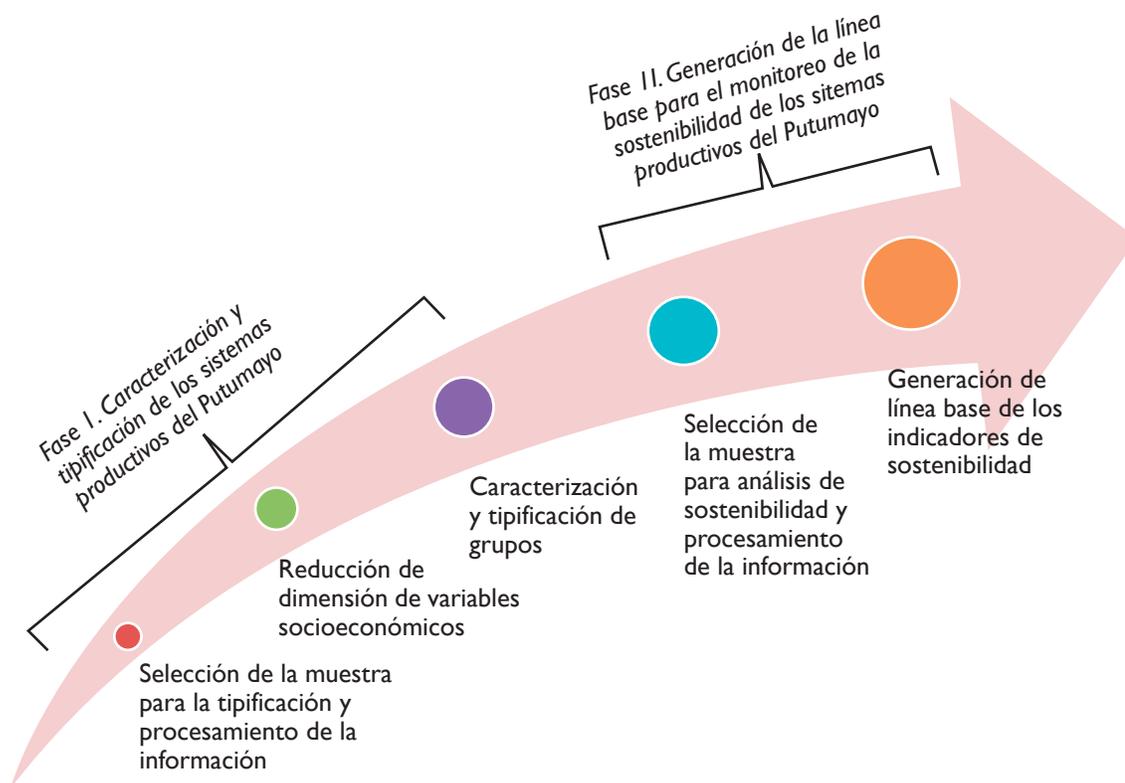


2. Metodología para la caracterización, la tipificación y el análisis de la sostenibilidad de los sistemas productivos

2.1 Esquema general para la evaluación de los sistemas de producción del departamento del Caquetá

Partiendo del principio del análisis de los sistemas productivos a nivel de región amazónica, se determinó emplear la metodología propuesta por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015) en la generación de la línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el Caquetá-2012, así como el proceso de caracterización y tipificación realizada en el departamento de Guaviare (Figura 1).

Figura 1. Esquema General del proceso de generación de bases para el monitoreo de los sistemas productivos de Caquetá.



Fuente: (SINCHI, 2014).

El proceso metodológico planteado para el desarrollo de la investigación, es adaptativo y cambiante según las condiciones locales, políticas y asuntos económicos regionales y nacionales. Está fundamentado en cinco partes que dan resultado a dos fases metodológicas (Figura 2). La primera fase corresponde a la caracterización y tipificación de los sistemas productivos, en el cual se pretende a través de información socioeconómica determinar cuáles son las tipologías o grupos de sistemas productivos que se encuentran en la zona de estudio. La segunda fase corresponde a la determinación de los niveles de sustentabilidad de los sistemas productivos tipificados y la generación de la línea base de sustentabilidad (SINCHI, 2014).

2.2 Metodología para la caracterización y tipificación de los sistemas productivos en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

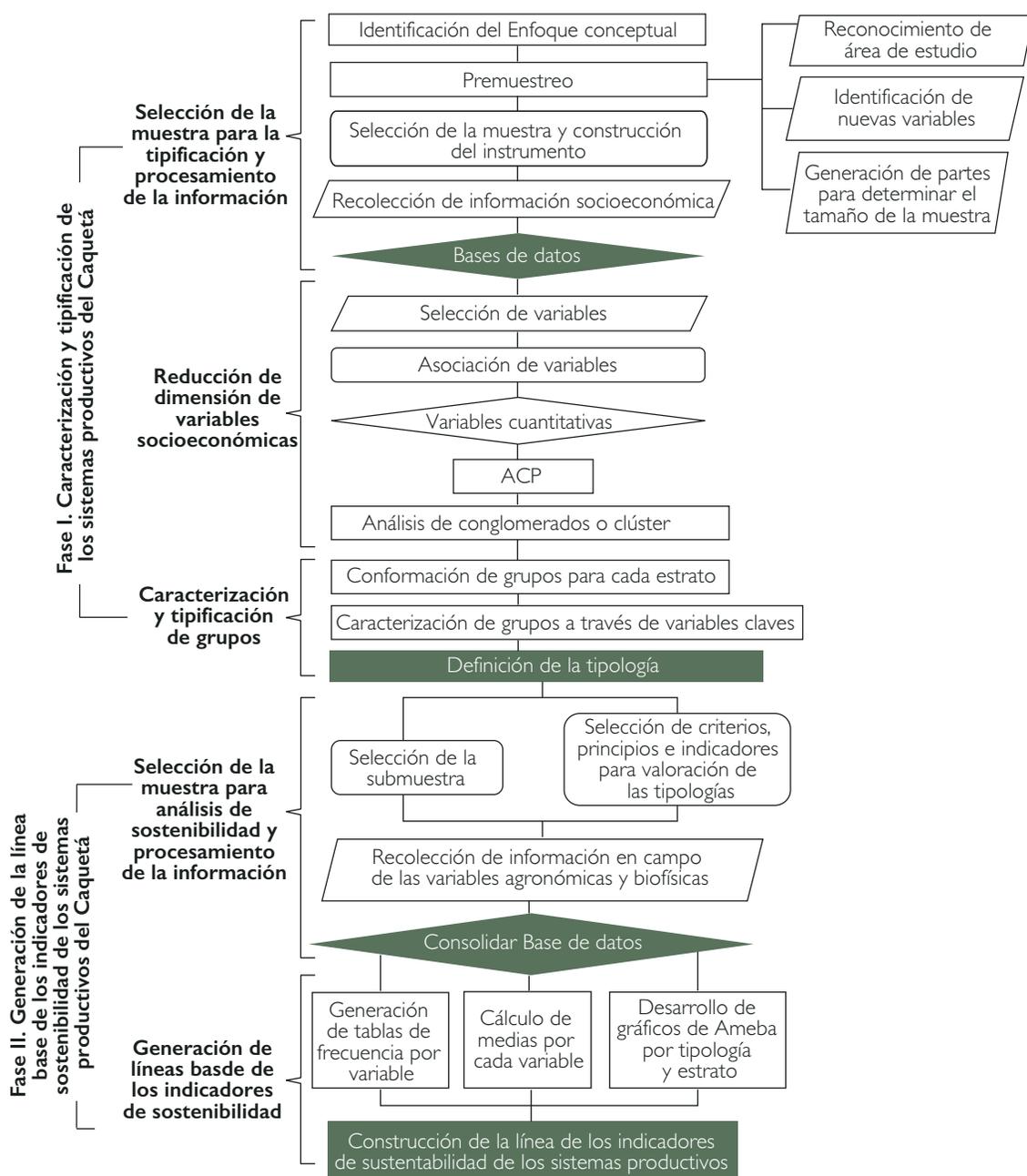
2.2.1 Descripción de la población a estudiar

El escenario de esta investigación es la zona rural de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, en los paisajes de Lomerío y Montaña (solo en San José del Fragua, Belén de los Andaquíes), donde las actividades agrícolas están enfocadas principalmente a cultivos permanentes, semipermanentes, transitorios y anuales, como la caña, cacao, plátano, la explotación forestal que se ciñe a la palma africana y el maíz. En cuanto a la actividad ganadera los municipios tienen una participación en promedio de 1,8% en el departamento y se enfoca en la producción doble propósito (Torrijos Rivera & Eslava Benjumea, 2018).

2.2.2 Selección de la muestra y construcción del instrumento de recolección de la información

Para avanzar en el análisis estadístico requerido en la identificación de las tipologías de sistemas productivos del departamento, se sistematizaron los datos recolectados en campo. Para esto se digitalizó la información en una base de datos previamente estructurada que permitió la consolidación de la información proveniente de una encuesta de tipo estructurada, efectuada a las fincas pertenecientes al área de influencia, entre los meses de noviembre de 2014 y junio de 2015. Estructuralmente la encuesta contiene las siguientes secciones: i) identificación de la finca; ii) cobertura y uso del suelo; iii) costos de la producción; iv) destino y valorización de la producción; v) mano de obra para actividades agropecuarias; vi) nivel tecnológico; vii) componente social y viii) apoyo institucional.

Figura 2. Esquema de la metodología propuesta.



Fuente: Adaptado de (SINCHI, 2014).

2.2.3 Selección de variables para caracterización, tipificación y construcción del instrumento de captura de información de campo

Revisión y selección de las variables

Según (SINCHI, 2014) para la definición de las temáticas y variables (condición necesaria para el éxito de cualquier proceso de tipificación) que formarán parte del instrumento de captura de información, es indispensable tener claros los objetivos por los que se está realizando la caracterización y tipificación de los sistemas de producción, así como una adecuada priorización de las variables, las cuales deben ser un fiel reflejo de las necesidades de información relevante para la región.

Las variables priorizadas para la fase de caracterización se articularán posteriormente dentro del proceso de identificación y poblamiento de indicadores de sostenibilidad que se retoman en la segunda fase. Para ello se seleccionaron los aspectos más visibles que componen los sistemas productivos que relacionan la orientación de la producción, los costos de producción, el destino de la producción, la valorización, el origen de la mano de obra, nivel tecnológico, el apoyo institucional y el uso del suelo.

Teniendo como referencia los estudios de caracterización y tipificación de los sistemas adelantados en la región amazónica y especialmente los desarrollados por el Instituto SINCHI en los departamentos del Guaviare y Caquetá (SINCHI, 2013); (SINCHI, 2014), se realizó un proceso de selección de aspectos y grupos gruesos de variables (Tabla 9). A partir de lo anterior y teniendo en cuenta las particularidades de la zona determinadas mediante la revisión literaria, se elaboró una matriz inicial de variables y del instrumento de captura de información de campo que permitiera identificar las tipologías de sistemas productivos que predominan en los municipios de trabajo. Teniendo en cuenta las variables priorizadas, se elaboró una propuesta de encuesta estructurada como instrumento de captura de información en campo. Para el diseño de la encuesta se tuvo en cuenta que el número de variables (preguntas de la encuesta) fuera limitado, de tal forma que su desarrollo sea lo más corto posible, sin sacrificar por esta causa la cantidad de información requerida.

2.2.4 Recolección de información socioeconómica en campo

Previo a la aplicación de la encuesta, en campo se realizó una selección de personal para la aplicación de la encuesta en campo. Dicha preselección se realizó teniendo en cuenta la experiencia en toma de información relacionada con sistemas productivos, el reconocimiento dentro del municipio y el conocimiento de la zona. El personal seleccionado fue capacitado en la toma de información con el fin de que los datos colectados en campo correspondan lo más cercanamente posible a la realidad del funcionamiento del sistema productivo.

Tabla 9. Aspectos seleccionados y grupos de variables empleados en la caracterización y tipificación de los sistemas productivos del Caquetá.

Aspecto	Tipo de variables	Objetivo
Orientación de la Producción	Ingresos y costos del sistema por sector en SMM y porcentaje.	Pretende identificar aquellas características productivas que define la principal actividad que se desarrolla en el sistema productivo y determina su orientación o enfoque. Dentro de las actividades se encuentran: la ganadería, la agricultura, las especies menores, el uso del bosque, entre otras.
	Para el caso de ganadería: ingresos por lácteos, ingreso bovino.	
	Para el sector agrícola: distribución del ingreso según los cultivos presentes, sean estos semestrales, anuales o permanentes.	
	Para el sector de especies menores: ingresos por avicultura, piscicultura y porcicultura, discriminando en avicultura ingresos por huevos, carne y/o gallinaza.	

Aspecto	Tipo de variables	Objetivo
Destino de la Producción	Porcentaje (%) de la producción destinada para la venta y autoconsumo en cada uno de los sectores productivos.	Pretende identificar si lo producido dentro del sistema se destinará para la venta o si en su defecto es para autoconsumo.
Valorización	Valor de la hectárea en SMM de Pastos (gramas y mejorados), Valor de la hectárea en SMM de Cultivos. Dentro de las variables cualitativas, se tendrá en cuenta la tenencia legal de la tierra y las formas de acceso al predio.	Pretende indicar la valorización de los predios según la unidad fisiográfica y/o nivel de intervención donde se encuentra ubicado y las mejoras que tiene el predio.
Costos de producción	Costos en mano de obra e insumos en cada uno de los sectores que generan ingresos, discriminando la mano de obra familiar de la contratada y los insumos de origen interno de los externos.	Pretende identificar los costos de mantenimiento de la producción a través de la cuantificación de la mano de obra y los insumos requeridos en el sistema.
Mano de obra	Distribución en número y % de los jornales de tipo familiar y contratado requerido para el desarrollo de las actividades de la finca, discriminando cada uno de los sectores productivos y el valor que tiene cada jornal en el sitio.	Pretende determinar las relaciones de producción del sistema. Identificando si son unidades familiares, empresariales, semiempresariales o subfamiliares
Nivel Tecnológico	Nivel de conocimientos para el manejo del sistema (puntuación e índice), maquinaria y equipo (puntuación e índice).	Pretende identificar el nivel de adopción de tecnologías en un sistema productivo.
Asociatividad	Asociaciones a las que hace parte (número e índice), participación en reuniones (número e índice) y toma de decisiones del predio (índice).	Determinan el grado en que los productores están asociados a juntas y demás gremios productivos y su participación en la toma de decisiones en ellos y en el interior del predio.
Coberturas y uso del suelo	Hectáreas y % del área en: pastos, cultivos, rastrojos, bosques.	Pretende identificar la distribución porcentual de coberturas según las formas de uso del suelo para el desarrollo de las actividades del predio.
	Para el caso de los pastos se discrimina entre pastos grama, pastos mejorados tipo <i>Brachiaria</i> y pastos de corte.	
	Para el caso de los cultivos se discrimina según sean semestrales, anuales, permanentes asociados y permanentes monocultivo.	
	En cultivos semestrales se tiene en cuenta: maíz, arroz, hortalizas y otros.	
	En cultivos anuales se tiene en cuenta: plátano, yuca, frutales y otros tubérculos.	
	En cultivos permanentes asociados se tiene en cuenta: caucho, cacao, maderables y otros.	
	En cultivos permanentes monocultivo se tiene en cuenta: café, caña, flores y follaje, caucho y otros.	

Fuente: Adaptado de (SINCHI, 2014).

2.2.5 Aplicación de técnicas de estadística multivariada para la caracterización y tipificación

Procesamiento de la información (elaboración de la base de datos, clasificación y descripción de las variables)

Para avanzar en el análisis estadístico requerido en la identificación de las tipologías de sistemas productivos del departamento, se requirió la sistematización organizada de los datos colectados en campo, en una base de datos estructurada previamente.

Revisión y selección de las variables

Una vez la información de las encuestas se encontró sistematizada y revisada, se originó un archivo de trabajo plano. Para la generación de este archivo, se copió la información en una nueva hoja de cálculo, donde se eliminaron fórmulas y casillas de función, que generarían conflicto para realizar el análisis estadístico.

Descripción estadística de las variables

Posteriormente, se realizó una depuración de variables a través de un análisis estadístico descriptivo simple, en el cual se calculó el promedio, la varianza, el máximo, el mínimo y el coeficiente de variación y se eliminaron las variables con cero de varianza, las variables con coeficiente de correlación igual a la unidad y las que no tenían información en aproximadamente un 80% del total de encuestas. Teniendo en cuenta lo anterior se estructuró un archivo, donde se dejaron únicamente las variables seleccionadas y se organizó la base de datos para el análisis de componentes principales.

Análisis de componentes principales y análisis de conglomerados

Con el objetivo de reducir la dimensión del conjunto de datos, se realizó un análisis de componentes principales (ACP). El ACP establece un conjunto de variables nuevas y son combinaciones lineales estandarizadas llamados los componentes principales, los cuales son ortogonales y, tomados en conjunto, explican toda la variación de los datos originales. El ACP se realizó a partir de la matriz de correlación. Para ello, se eligen

los componentes cuyas raíces características son mayores o iguales a uno y que simultáneamente producen una información acumulada mayor o igual al 80%. Seguidamente se analizaron los vectores característicos orto normalizados, asociados a cada una de estas raíces características. Sobre ellos se eligieron aquellas variables asociadas a los mayores valores absolutos (la carga o el peso) de cada vector. Estas variables son en consecuencia las que mayor aportan a la variabilidad total y las utilizadas en el siguiente procedimiento correspondiente al análisis de conglomerados. Con base en las variables seleccionadas por los componentes principales, se realizó un análisis de conglomerados de las fincas mediante la construcción de un Dendrograma que permitió la clasificación de los predios dentro de grupos caracterizados como tipologías. Para esta investigación se utilizó el método del linkage de Ward y la matriz de distancias Euclidiana, las variables usadas en este procedimiento fueron previamente estandarizadas (promedio 1 y varianza 0).

Conformación y caracterización de grupos

Una vez obtenidos los grupos de tipologías, se evaluó el peso de cada una y para la descripción y/o identificación de los sistemas productivos se realizaron análisis estadísticos descriptivos (valores mínimos y máximos, promedios y porcentajes); generando un archivo de trabajo en cual se presenta para cada tipología o grupo de fincas la media o promedio estadístico de cada una de las variables evaluadas. Lo anterior, con el propósito de generar los datos necesarios para la caracterización de la tipología de sistemas productivos predominantes.

2.2.6 Caracterización y definición de tipologías

Para la caracterización de grupos se emplearon las tablas de conformación de grupos y teniendo en cuenta los ocho parámetros de caracterización, se elaboró una descripción detallada de cada uno de los grupos de sistemas determinados. Como criterio de clasificación, se tuvieron en cuenta principalmente la orientación de la producción y la mano de obra empleada. Estos dos componentes darán los nombres que caracterizan cada grupo y con base en la información generada en

el proceso de caracterización, se darán las características predominantes de la tipología. Para el caso de la orientación de la producción se determinó la principal actividad que se desarrollaba en el predio a partir del porcentaje de ingresos percibidos en cada una de las actividades reportadas. Aquella actividad que agrupaba por lo menos entre el 40% y el 50% del total del ingreso agropecuario fue considerada como principal y así se denominará (ganadero, agrícola, piscícola, avícola, porcícola o de especies menores).

Luego de determinar la orientación del sistema se estableció la principal relación de producción de acuerdo al porcentaje de mano de obra contratada y familiar utilizada en el desarrollo de las actividades. En este sentido, aquellas tipologías que emplean un porcentaje igual o mayor al 60% en mano de obra familiar fueron denominadas familiares. Esta denominación fue verificada a través de la valoración de maquinaria, infraestructura y equipos, y el nivel tecnológico que se emplean en los sistemas.

2.2.7 Verificación en campo y ajuste de tipologías

Una vez armados los grupos o tipologías descritas, se realizó una salida a campo en la cual se visitaron algunos predios que permitieran corroborar que la lectura estadística correspondiera con la realidad. Para este proceso, se visitaron 12 fincas, cada una representando una tipología diferente y se analizaron las principales variables con las cuales se realizó la descripción, tales como la mano de obra y el ingreso. Asimismo, se realizaron algunas preguntas que permitieron reforzar la descripción que se hizo de cada tipología y la identificación del nombre adecuado.

2.3 Metodología para establecer la sostenibilidad de los sistemas de producción tipificados

La evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas requiere transformar aspectos complejos en otros aspectos más claros, objetivos y generales que permitan detectar tendencias a nivel de sistema, denominados indicadores. Por tanto, la propuesta metodológica para abordar los indicadores de sustentabilidad se desarrolla a partir de un proceso adaptativo y cambiante según las condiciones locales, políticas y asuntos económicos regionales y nacionales. Para este caso específico el enfoque conceptual aprobado para el desarrollo de la investigación tiene en cuenta los lineamientos conceptuales del Instituto SINCHI, que recopila las experiencias realizadas en los departamentos del Caquetá y Guaviare, y que es la plataforma para abordar la línea base para el monitoreo de la sustentabilidad del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

El eje central y que permitirá direccionar los diferentes procesos involucrados en la obtención de la línea base de la sostenibilidad, está relacionado en la forma como se defi-

nen los sistemas productivos, las unidades de producción, los criterios para la generación de las tipologías, así como los principios, criterios e indicadores para la evaluación de la sustentabilidad. De acuerdo a esto el enfoque metodológico de los indicadores está en función de la finca como la unidad básica del análisis, lo que hace que sea necesario conocer sus recursos (unidades de procesamiento y productos) y los subsistemas (manejo forestal, producción agrícola, producción animal, transformación de productos y administración). Pero este análisis debe ir más allá de generar información de la situación actual de los sistemas, por lo que es imprescindible conocer su sustentabilidad en aspectos fundamentales para la región, como son la conservación de la diversidad, reversión de la degradación de los ecosistemas y la recuperación de funciones y servicios entre otros aspectos relevantes para el sistema productivo (Betancurt, Rodríguez, y Garzón, 2015).

Un sistema productivo o socioecosistema se define como “arreglos en tiempo y espacio de actividades productivas, que son manejadas

por el agricultor y que está dentro de su ámbito de producción” (Agreda, 1988). Por otra parte (Mainar, y otros, 1993) propone que el nivel finca debe entenderse como un sistema complejo, compuesto por un grupo familiar, el predio y sus recursos en permanente interacción con su entorno socioeconómico y ecológico. El sistema social está compuesto por los individuos, los grupos locales y las instituciones a mayor escala, así como por las relaciones que se establecen entre ellos. Este sistema se beneficia de los servicios generados por el ecosistema ya que el flujo de servicios influye en el bienestar humano y desarrolla acciones (pesca, agricultura, etc.) o intervenciones (restauración, conservación, etc.) que modifican directa o indirectamente el funcionamiento y estructura de los ecosistemas sin alterar su integridad ecológica (Martín, Gómez, y Montes, 2009)

Para Colombia y a un nivel regional se plantean cuatro categorías de socioecosistemas, de acuerdo con el momento en que atraviesan en el ciclo adaptativo: socioecosistemas estables, en transición, al borde del colapso y colapsados (Baptiste y Franco, 2009). El anillo de poblamiento amazónico está inmerso en la tercera categoría, si se reconoce, como socioecosistemas al borde del colapso, con niveles o amenazas de transformación grandes, que estarían por transitar hacia otros dominios de estabilidad, generando profundas consecuencias biológicas y sociales en el territorio. Por lo tanto, la evaluación de los indicadores de sustentabilidad permitirá conocer los estados actuales de los sistemas productivos a través de las dimensiones biofísica (indicadores edáficos, indicadores agronómicos e indicadores hídricos), económica, social e institucional. Para la toma de decisiones como herramienta en los planes de desarrollo, para el fortalecimiento de las cadenas productivas.

2.3.1 Selección de los indicadores de sostenibilidad

Definido el marco teórico, la primera etapa para el desarrollo de la metodología consistió en la selección de un plan de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad que cubriera los tres componentes del concepto (biofísica, económica y social). Las etapas iniciales de diseño y selección de indicadores para cada una de las dimensiones de la sostenibilidad se han basado en el marco metodológico de evaluación de la sostenibilidad propuesto por (Sauvenier, y otros, 2006); (Van Cauwenbergh, y otros, 2007), denominado marco SAFE. El marco SAFE propone evaluar la sostenibilidad de la actividad agraria en tres posibles escalas geográficas (sistema agrario, explotación agraria y parcela), mediante el empleo de una estructura jerárquica adaptada de la aplicación de la teoría PCI

La propuesta metodológica está inmersa dentro de los elementos teóricos expuestos anteriormente, igualmente la metodología que se desarrolla en esta sección consta de cuatro (4) etapas enlistadas abajo de forma resumida.

- **Selección de los indicadores de sostenibilidad:** empleando el marco SAFE (Sustainability assessment of farming and the environment framework) (Sauvenier, y otros, 2006); (Van Cauwenbergh, y otros, 2007) como marco teórico, se definieron los criterios y parámetros relacionados con la sostenibilidad de los sistemas productivos. Así, se ha podido finalmente obtener una lista compuesta por 18 principios, 22 criterios y 54 indicadores de sostenibilidad, de los cuales 52 fueron propuestos por (Betancurt, Rodríguez, y Garzón, 2015) en la línea base para el monitoreo de la sostenibilidad del departamento del Caquetá.
- **Obtención de los indicadores de sostenibilidad:** realizada mediante el cálculo del tamaño de muestra, la capacitación del personal de apoyo, la selección de los predios, la aplicación de encuestas a agricultores y el muestreo en campo para la toma de información.
- **Cálculo de los indicadores de sustentabilidad:** realizada mediante la sistematización y organización de la base de datos y la evaluación de los indicadores a través de análisis de varianza y análisis de componentes principales ACP.
- **Análisis y discusión de resultados:** la construcción de indicadores ha permitido basar un análisis crítico y comparativo de resultados, del cual se podrán obtener conclusiones de carácter metodológico. Asimismo, conclusiones oportunas para la mejora de la ‘gobernanza’ de los sistemas de producción.

(Principios, Criterios e Indicadores) para la evaluación de bosques (Lammerts Van Bueren & Blom, 1997). Dicha estructura jerárquica está compuesta de: i) principios, ii) criterios e iii) indicadores. A continuación, en la tabla 10 se presentan los principios, criterios e indicadores de sostenibilidad seleccionados con base en el marco SAFE y la revisión bibliográfica para este estudio (Tabla 10).

2.3.2 Obtención de indicadores para generar la línea base de la sostenibilidad en los sistemas productivos tipificados en los municipios de San José de Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania

Determinación de tamaño de muestra

Una vez establecidos los indicadores de sostenibilidad que se van a evaluar en los sistemas productivos, se determinó el tamaño representativo de las muestras que deben ser evaluadas. Para este cálculo, se aplicó la metodología propuesta por (León-Velarde y Barrera, 2003), basada en el uso de la amplitud de los límites de confianza (Graybill y Kneebone, 1959). A continuación, se presenta el resultado del análisis del cálculo de tamaño muestral (Ecuación 1).

Tabla 10. Indicadores de sostenibilidad de acuerdo al marco SAFE

Dimensión	Principio	Criterio	Indicador	Obtención del indicador	Fuente
Mantenimiento del Recurso Hídrico (ISMRH)	Protección del recurso hídrico aumenta o disminuye.	Conservación del recurso hídrico.	Porcentaje del recurso protegido.	Observación en campo.	(Ríos, 2009)
			Fuentes protegidas al acceso del ganado.	Observación en campo.	(Ríos, 2009)
			Manejo del estiércol.	Observación en campo.	(Betancurt, Rodríguez, y Garzón, 2015)
	Calidad del recurso hídrico aumenta o disminuye.	Calidad del agua.	pH	Medición en campo.	(Betancurt, Rodríguez, y Garzón, 2015)
	Disponibilidad del recurso hídrico.	Distribución del recurso hídrico.	Fuente de agua para consumo y riego.	Observación en campo.	(Loaiza, Carvajal, y Ávila, 2014)
Mantenimiento del Recurso Suelo (ISMRS)	Función del recurso suelo aumenta o disminuye.	Pérdida del suelo.	Riesgo de erosión.	Muestra de suelo para análisis.	(Ramírez, Alvarado, Pujol, McHugh, & Brenes, 2008)
			Porcentaje de cobertura de suelo desnudo.	Observación en campo.	(ICRAF, 2009)
	Compactación del suelo aumenta disminuye.	Compactación del suelo.	Penetrabilidad	Medición en campo.	Adaptado de (Ríos, 2009)

Dimensión	Principio	Criterio	Indicador	Obtención del indicador	Fuente
Mantenimiento del Recurso Suelo (ISMRS)	Función del mantenimiento del recurso suelo aumenta o disminuye.	Fertilidad química del suelo.	pH	Muestra de suelo para análisis.	(IGAC, 1979)
			Saturación de aluminio (%)	Muestra de suelo para análisis.	(IGAC, 1979)
			CIC (meq/100gr)	Muestra de suelo para análisis.	(IGAC, 1979)
			Bases totales (K, Na, Mg, Ca) (meq/100gr)	Muestra de suelo para análisis.	(IGAC, 1979)
			Saturación de bases (%)	Muestra de suelo para análisis.	(IGAC, 1979)
			Carbono orgánico (%)	Muestra de suelo para análisis.	(IGAC, 1979)
			Fósforo (P) en PPM.	Muestra de suelo para análisis.	(IGAC, 1979)
		Fertilidad biológica del suelo.	Espesor del horizonte A.	Observación en campo.	(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
			Diversidad de macrofauna.	Observación en campo.	Adaptado de (Altieri & Nicholls, 2002)
			Número de lombrices.	Observación en campo.	(Villanueva, Sepúlveda, & Muhammad, 2011)
			Presencia de raíces finas.	Observación en campo.	(Villanueva, Sepúlveda, & Muhammad, 2011)
			Presencia de moteados.	Observación en campo.	Adaptado de (Altieri & Nicholls, 2002)
			Presencia de carbón.	Observación en campo.	(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
	Actividad microbiana.		Observación en campo.	(Chancusing, 2010)	
Prácticas de conservación del suelo aumenta o disminuye.	Prácticas de conservación del suelo.	Prácticas de manejo de suelo.	Observación en campo.	Adaptado de (Cárdenas A., 2007)	

Dimensión	Principio	Criterio	Indicador	Obtención del indicador	Fuente
Mantenimiento de los servicios agronómico (ISMRAg)	El estado agronómico de los cultivos se mantiene o mejora.	Salud del cultivo.	Vigor	Observación en campo.	Adaptado de (Altieri & Nicholls, 2002)
			Incidencia de plagas y enfermedades.		Adaptado de (Altieri & Nicholls, 2002)
			Incidencia de arvenses.		Adaptado de (Altieri & Nicholls, 2002)
			Desarrollo tecnológico.		(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
		Manejo del cultivo	Manejo fitosanitario.		(Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014)
			Manejo agronómico.		(Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014)
		Productividad del cultivo	Producción de ciclo corto.		(Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014)
			Limitaciones de la producción.		(Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014)
	El estado agronómico de las pasturas se mantiene o mejora.	Degradación de pasturas.	Vigor de la pastura.	Observación en campo.	Adaptado de (Altieri & Nicholls, 2002)
			Altura de la pastura.		Adaptado de (Quiñones & Picasso, 2008)
			% Pasturas en estado de degradación avanzado (estado 3)		(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
			Presencia de caminos de ganado.		Adaptado de (Cotto, 2012) con soporte de (Nieuwenhuyse & Aguilar, 2010)
			Presencia de arvenses.		Adaptado de (Bermúdez, 2007)
	Mantenimiento de la producción a largo plazo se mantiene o disminuye.	Tendencia al monocultivo.	Diversidad de especies en pasturas.	Observación en campo.	(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
			Diversidad de especies en cultivos.		(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
Tendencia al monocultivo.			(Cárdenas, Gómez, & Vásquez, 2005)		
Uso eficiente de los subproductos.		Reciclaje.	(Cárdenas, Gómez, & Vásquez, 2005)		

Dimensión	Principio	Criterio	Indicador	Obtención del indicador	Fuente
Mantenimiento de la eficiencia económica (ISMRECO)	Función de mantenimiento de la productividad del sistema agropecuario.	Productividad del sistema.	Relación Beneficio/Costo (B/C).	Encuesta predial.	(Ríos, 2009)
			Margen Bruto (MB).		(Ríos, 2009)
			Valor agregado neto (VAN) .		(Cerrada, 2014)
			Ingreso agropecuario neto (IAN).		(Cerrada, 2014)
			Ingreso total familiar (IT)		(Cerrada, 2014)
	La estabilidad en la producción se mantiene o aumenta.	Riesgo económico.	Diversificación para la venta. (Agrícola y pecuario).	Observación en campo.	(Sarandón, y otros, 2006)
			Dependencia de insumos externos.	Encuesta predial.	(Sarandón, y otros, 2006)
			Comercialización de los productos.	Observación en campo.	(Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014)
		Recurso financiero.	Acceso al mercado.	Observación en campo.	(Ríos, 2009)
			Facilidades de Acceso al Crédito.	Encuesta predial.	(Ríos, 2009)
	Dependencia de insumos externos se mantiene o aumenta.	Independencia del sistema.	Relación predial extra predial.	Encuesta predial.	Adaptado de (Chancusig, 2010)
			Dependencia de mano de obra externa.		(Ríos, 2009)
Mantenimiento de la eficiencia social (ISMRSOC)	Calidad de vida se mantiene o aumenta.	Calidad de vida.	Calidad de vida.	Observación en campo.	(Ríos, 2009)
			Integración familiar.		(Arias-Giraldo & Camargo, 2007)
	La asociatividad se mantiene o aumenta.	Participación de la comunidad.	Participación social.	Observación en campo.	(Durán & Díaz, 2008)
			Asociatividad.	Encuesta predial.	(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
			Organizaciones comunitarias para la comercialización.	Observación en campo.	(Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014)
	Conocimiento del manejo sustentable de los recursos se mantiene o aumenta.	Nivel de conocimiento del sistema productivo.	Nivel de conocimiento del sistema productivo.	Observación en campo.	(Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015)
			Manejo de los residuos sólidos domésticos.		(Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014)

Dimensión	Principio	Criterio	Indicador	Obtención del indicador	Fuente
Mantenimiento de la eficiencia social (ISMRSOC)	Mantenimiento de la seguridad alimentaria se mantiene o aumenta.	Seguridad alimentaria.	Seguridad alimentaria.	Encuesta predial.	(Chancusig, 2010)
Mantenimiento de la eficiencia institucional (ISMRIINST)	Respaldo y compromiso de las instituciones con el sistema se mantiene o aumenta.	Sostenibilidad institucional.	Eficiencia institucional.	Observación en campo.	Adaptado de (Ríos, 2009)

Fuente: (SINCHI, 2014)

Ecuación 1:

$$n = \frac{4z^2 \cdot s^2}{d^2}$$

Dónde:

n : Tamaño de la muestra

Z^2 : Corresponde al intervalo de confianza (ver Tabla 11)

S^2 : Varianza muestral

d^2 : Amplitud de intervalo de confianza

Tabla 11. Valor de Z obtenido según niveles de confianza seleccionados.

Valor de Z	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,50%	99%

Fuente: Presente estudio

Para el cálculo de la varianza muestral y del intervalo de confianza la media, se realizó un muestreo aleatorio simple, el cual permitió que todas las unidades del marco muestral tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionadas entre las tipologías, dentro de estos análisis se calculó la media, la varianza, la desviación estándar y el error estándar de la media. En la Tabla 12 se presentan los resultados estadísticos para el cálculo del tamaño de la muestra a partir de los límites de confianza propuestos por (León-Velarde & Barrera, 2003), para las tipologías de la unidad de paisaje de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.

Teniendo en cuenta que 90% de confianza es un límite adecuado para estudios agropecuarios y que permite representatividad de información, se propone como tamaño ideal para poblar los indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos; de esta manera, en la Tabla 13, se muestran los resultados obtenidos para el cálculo del tamaño de la muestra, con un nivel de confianza del 90% y un error de 12%, para las tres tipologías en el paisaje de lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania. El error utilizado en este trabajo se considera adecuado para este tipo de investigación en condiciones naturales de campo (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015).

Tabla 12. Tamaño de la muestra requerido para un nivel de confianza del 90, 95, 97.5 y 99 % en el paisaje de montaña

Tipología	N° encuestas	Tamaño de muestra 90%	Tamaño de muestra 95%	Tamaño de muestra 97.5%	Tamaño de muestra 99%
Agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF)	62	17	23	31	41
Ganadero con venta de mano de obra familiar (GaVmoF)	23	6	9	11	15
Agropecuario familiar (AgPF)	56	15	21	28	37
Ganadero familiar (GaF)	22	6	8	11	14
Total	163	44	61	80	107

Fuente: Presente estudio

Tabla 13. Tamaño de muestra estimado para toma de información de sostenibilidad de las tipologías caracterizadas en el estrato de lomerío.

Tipología	Sigla	Número de encuestas	Tamaño de muestra
Agropecuario con avicultura familiar	AgpAvF	23	6
Ganadero semiempresarial	GaS	10	3
Ganadero avícola y venta de mano de obra familiar	GaAvVmoF	26	12

Fuente: Presente estudio

2.3.3 Selección de las fincas para toma de información de indicadores de sostenibilidad en los predios seleccionados

Para la captura de información correspondiente a los indicadores de sostenibilidad, se realizaron visitas a los predios que permitieran el poblamiento de los indicadores de sustentabilidad en los componentes biofísicos (hídrico, agronómico y edáfico) y socioeconómico, teniendo en cuenta el fácil acceso a las fincas y los costos de movilización para la toma de información en campo de los indicadores; en la Tabla 14 se presentan las fincas que fueron evaluadas en cada tipología.

2.4 Descripción de los indicadores de sustentabilidad para generar la línea base de la sustentabilidad

2.4.1 Indicadores del mantenimiento del recurso hídrico (ISMRH)

La evaluación de los indicadores de sustentabilidad del recurso hídrico está amparada bajo la premisa “el recurso hídrico se mantiene o mejora” a partir de la valoración de la protección que en ellos se tiene como: recurso hídrico protegido, fuentes de agua protegidas del acceso del ganado,

manejo del estiércol, fuente de agua para consumo y riego y los parámetros fisicoquímicos medidos en campo (pH), los cuales se definen y describen a continuación.

- **Indicador recurso hídrico protegido.** Este hace referencia al porcentaje de vegetación riparia a nivel de finca, que permite identificar si estas realizan estrategias para la conservación de los afluentes hídricos que pasan sobre sus predios (Figura 3).
- **Protección de fuentes hídricas para del acceso del ganado.** Este parámetro, permite establecer si el propietario ha cercado las fuentes hídricas para que el ganado no pase y lo contamine directamente (Figura 4).
- **Manejo de las excretas de origen pecuario.** Tiene como objetivo observar si hay una transformación de las excretas de origen (pecuario). Con la premisa de que al ser procesadas van a disminuir la contaminación de los afluentes hídricos.
- **Parámetros fisicoquímicos: (pH)** Este indicador, tiene como objetivo medir la calidad del agua para el consumo, así mismo permite identificar el estado de equilibrio de los ecosistemas acuáticos presentes en cada una de las tipologías.

Tabla 14. Predios seleccionados para la evaluación de la sostenibilidad.

Tipología	No.	Usuario	Municipio	Vereda
AgVmoF	1	Oscar Andrés Bahamón	San José del Fragua	Bellavista
	2	Leonel García Henao		
	3	William Esneider Gómez		
	4	Cesar García Cárdenas		
	5	Saín Vaquiro Lozano		
	6	Juan Manuel Ospina Cortés		
	7	Segundo Rafael Ortega Dorado	Belén de los Andaquíes	Sarabando Medio
	8	Iván Francisco Mendoza Romero	San José del Fragua	Alto Fragua
	9	Marco Antonio Vásquez		Valdivia
	10	José Manuel Molina		
	11	Ana Capera de Vega		Cumbre
	12	Ana Teresa Quintana Daza		Vergel
	13	Álvaro Marín		Pradera
	14	Queruvín Ortiz		
	15	Rubiela Gómez Moreno		Vergel
	16	John Jairo Capera		Cumbre
	17	Carlos Julio Zúñiga		Bellavista
GaVmoF	1	Sandra Milena Gordillo		La Tigra
	2	Mauricio Avellaneda		
	3	Nubia Sánchez Rojas		Platanillo
	4	Simón Díaz Espinosa		Valdivia
	5	Jhoan Manuel Diaz		Platanillo
	6	Jesús Antonio Reyes		Cafetales

Tipología	No.	Usuario	Municipio	Vereda
AgpF	1	Daniel Manchola	San José del Fragua	La Tigra
	2	Eduar Diaz		La Pradera
	3	Nubia María Carvajal		La Pradera
	4	Anadelia Rojas		El Vergel
	5	Arcesio Ramírez		El Vergel
	6	Jairo Cañón		El Vergel
	7	Olvein Cañón		El Vergel
	8	Maximino Lizcano		La Tigra
	9	Álvaro Rojas	San José del Fragua	La Tigra
	10	Fernando Pulido		La Tigra
	11	Edgar Gómez		El Vergel
	12	María Emma Sánchez		La Platanillo
	13	Miguel Guevara		La Tigra
	14	Luis Enrique Lozano	Belén de los Andaquíes	Sarabando Medio
	15	Luis Eduardo Bustamante	San José del Fragua	Valdivia
	16	Alfonso Vaquiro		Palmeras
GaF	1	Miguel Arcángel Mora	San José del Fragua	La Tigra
	2	Farid Vargas - Esteban Albis		La Tigra
	3	Ana Isabel Arias de Claros		Bellavista
	4	Mario Garavito Romero		Bellavista
	5	Martiniano Cubillos Molina		Santa Rosa
	6	José Isidoro Doncel Calderón		El Luna
AgpAvF	1	María Elsa García Morales	Belén de los Andaquíes	Masaya
	2	Ever Castro Imbachi		Agua Dulce
	3	José Osmidio Guevara Hule		Mono Baja
	4	Melquin Narváez Barrera	San José del Fragua	El cristal
	5	Jeison Fernando Monroy		La Paz
	6	Edgar Motta Ramos		La Paz
GaAvVmoF	1	María Eulalia Gutiérrez	San José del Fragua	El Rosario
	2	José Enrique Tovar Gómez		El Rosario
	3	Fernando Collazos Cuellar		La paz
	4	Ezequiel Collazos Gutiérrez		La paz
	5	Serafín García Cuellar		Bocana Luna
	6	José Armando Rodríguez		Bocana Luna
	7	Jesús Antonia García		Bocana Luna
	8	José Hernando Gómez Huaca		El Carmen
	9	Pascual Parra Bermeo	Albania	Aguas Claras
GaS	1	Carlos Julio León Báez	San José del Fragua	La Gallineta
	2	Rigoberto Gómez Rodríguez		Bocana Luna
	3	Luis Miguel Neira Jiménez	Albania	Aguas Claras

* AgVmoF: Agrícola con venta de mano de obra familiar; GaVmoF: Ganadero con venta de mano de obra familiar; AgpF: Agropecuario familiar; GaF: Ganadero familiar; AgpAvF: agropecuario avícola familiar; GaAvVmoF: ganadero avícola con venta de mano de obra familiar; GaS: ganadero semiempresarial. Fuente: Presente estudio.

Figura 3. Indicador de protección del recurso hídrico con vegetación.



Fuente: Presente estudio

Figura 4. Protección de fuentes hídricas del acceso del ganado



Fuente: Presente estudio

2.4.2 Indicadores del mantenimiento del recurso suelo (ISMRS)

La evaluación de los indicadores de sustentabilidad del recurso suelo está amparada bajo la premisa “el recurso suelo se mantiene o mejora” a través de la valoración de los criterios pérdida de suelo, compactación de los suelos, la fertilidad química y biológica y las prácticas de conservación que en los suelos se realiza a nivel de sistema productivo. Compuesto por los indicadores porcentaje de suelo desnudo propuesto por la (ICRAF, 2009), que se mide como el porcentaje de suelo descubierto en cuatro áreas de 0,25 m², con el fin de observar la cobertura de suelo expuesto a procesos de erosión,

con la inferencia de que los suelos cubiertos por vegetación son más productivos y generan una mayor biomasa y almacenamiento de abono orgánico (Figura 5). Por otra parte se tiene el indicador de penetrabilidad del suelo que se realiza en cuatro mediciones en la pastura y en el cultivo a tres profundidades (0-10; 10-20; 20-30 cm); para este se adaptó la metodología original de (Ríos, 2009), la cual utiliza 10 repeticiones para evaluar la compactación del suelo en lecherías especializadas, a través de un penetrómetro que mide la resistencia (Kpa). (Figura 6). Los indicadores se definen a continuación:

Figura 5. Indicadores de cobertura de suelo. De izquierda a derecha cobertura generada por pastos y cobertura del suelo por arvenses y hojarasca de un cultivo.



Fuente: Presente estudio

- **Indicadores de fertilidad biológica del suelo.** Para evaluar este parámetro se realiza conteo de la macrofauna, lombrices, actividad microbiana, raíces finas, moteados, profundidad del horizonte A, como se muestra a continuación. Para la información físico-química del suelo se hace una calicata de 50x50 cm y se toma una muestra de suelo para ser enviada a laboratorio (Figura 7).

Figura 6. Medición de la compactación del suelo mediante el uso de penetrómetro.



Fuente: Presente estudio

Figura 7. Extracción de monolitos para la evaluación de indicadores de fertilidad biológica



Fuente: Presente estudio

Actividad radicular

La toma de este parámetro, permite estimar tanto para las coberturas en pastos como para las de cultivos, la intensidad con la cual las raíces finas están presentes en el horizonte A. Propuesto por (Villanueva, Sepúlveda, & Muhammad, 2011) (Figura 8).

Figura 8. Actividad radicular en la cobertura de pastos



Fuente: Presente estudio

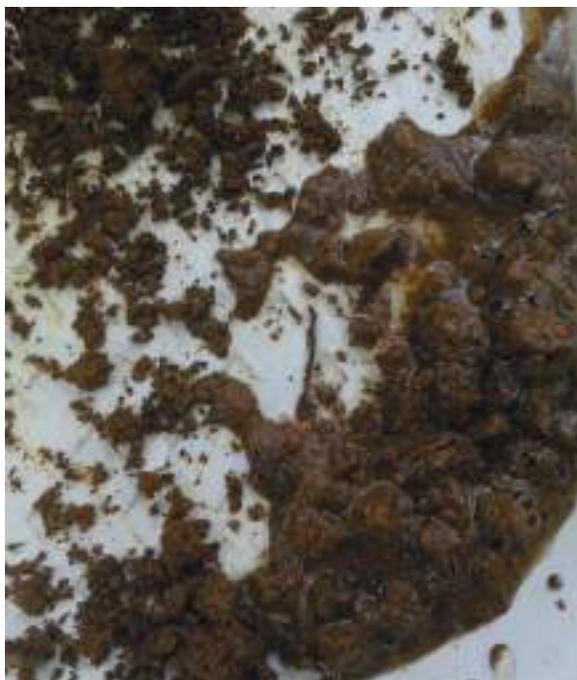
Actividad microbiana

Determina la actividad de microorganismos presentes en el suelo, permitiendo un balance óptimo entre el flujo de nutrientes y los microorganismos como bioindicadores de la calidad y sostenibilidad de suelos. El indicador actividad microbiana fue propuesto por (Chancusing, 2010) (Figura 9).

Conteo de lombrices

Permite cuantificar la cantidad de lombrices presentes en el suelo y es un indicador de fertilidad y de humedad (Figura 10). Propuesto por (Villanueva, Sepúlveda, & Muhammad, 2011) y adaptado por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015).

Figura 9. Observación de la actividad microbiana al reaccionar con peróxido de hidrógeno.



Fuente: Presente estudio

Diversidad de macrofauna

Este parámetro permite establecer la riqueza de especies en el suelo, las cuales son benéficas en la transformación de la biomasa a la materia orgánica, (Figura 11).

Figura 10. Conteo de lombrices en cada uno de los marcos de evaluación de suelo desnudo.



Fuente: Presente estudio

Figura 11. Conteo de especies presentes en el suelo.



Fuente: Presente estudio

Espesor del horizonte A

Permite determinar el tamaño del horizonte A y determina la parte mineral que es aprovechada por las plantas tanto en las pasturas como en el cultivo (Figura 12). (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015).

Figura 12. Observación de horizonte A y B y medición de horizonte A.



Fuente: Presente estudio

Presencia de moteados

Permite determinar que los suelos con alta presencia de moteados son representativos a suelos mal drenados y asociados a baja capacidad de intercambio catiónico (Altieri & Nicholls, 2002), (Figura 13 A).

Presencia de Carbón

Permite observar en campo si las coberturas evaluadas en años anteriores fueron quemadas para su respectivo establecimiento, disminuyendo la parte mineralógica y biológica del suelo. Propuesto por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015) (Figura 13 B).

- **Criterio prácticas de conservación del suelo.** Adaptado de (Cárdenas, Gómez, & Vásquez, 2005). Este indicador evalúa las prácticas de conservación que realiza el propietario en el predio para mantener y mejorar la fertilidad en el suelo, con base en lo anterior se calificaron la presencia de prácticas realizadas como: preparación de abonos orgánicos, cercas vivas, labranza mínima o arado de cincel, enriquecimiento con maderables, siembra de cultivos en forma de tapa, rotación de potreros y cultivos, cultivos múltiples, arvenses como protección del suelo.

Figura 13. a. Presencia de moteado en una pastura, se observa el cambio de coloración del suelo y b. Presencia de carbón vegetal en el suelo.



Fuente: Presente estudio

2.4.3 Indicadores de mantenimiento de los servicios agronómicos (ISMAG)

La evaluación del indicador de manejo agronómico se relaciona con las coberturas a evaluar, pastos y cultivos; para ello se toman los registros relacionados con la productividad, el estado agronómico de la pastura, del cultivo y el mantenimiento de su producción. Este parámetro, tiene como objetivo conocer el estado de los recursos presentes en la finca y de los procesos claves para el desarrollo del sistema productivo, ellos son como sigue.

- **Criterio salud del cultivo.** Compuesto por los indicadores: vigor, incidencia de plagas y enfermedades, incidencia de arvenses establecidos por (Altieri & Nicholls, 2002) y desarrollo tecnológico del cultivo definido por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015); estos indicadores delimitan los parámetros básicos a la hora de evaluar la salud de un cultivo mediante la observación, registrándose en escalas Likert (1932).

Vigor del cultivo y la pastura

Este indicador está proporcionalmente relacionado con la vitalidad de la pastura en términos de color y estructura (Figura 14).

Figura 14. Observación de vigor. Pastura con vigor uniforme y cultivo con vigor alto.



Fuente: Presente estudio

Incidencia de plagas y enfermedades

Este indicador que permite evaluar y cuantificar el porcentaje de infestación e infección de las coberturas de pasto y cultivos en los sistemas productivos, siendo uno de los parámetros limitantes para la sostenibilidad de la finca. (Figura 15).

Figura 15. Incidencia de plagas y enfermedades en cultivo de cacao.



Fuente: Presente estudio

Incidencia de arvenses

Está asociada con la disminución de la productividad en términos de materia seca y calidad de las pasturas, y se relaciona a las prácticas culturales que implementan los productores en el predio para el control de estas (Figura 16).

Desarrollo tecnológico del cultivo

Propuesto por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015), este indicador califica la sostenibilidad del cultivo a través de la aplicación del conocimiento técnico del productor para su establecimiento, teniendo en cuenta el requerimiento en espacio y tiempo de cada cultivo, la densidad de siembra y el aprovechamiento del espacio natural para diversificar la producción con cultivos anuales, semestrales, asociados y permanentes (Figura 17).

Figura 16. a. Cultivo vigoroso se sobrepone a las arvenses y b. arvenses en menos del 5%.



Fuente: Presente estudio

- **Criterio manejo del cultivo.** Los indicadores manejo agronómico y manejo fitosanitario del cultivo tienen como fin evaluar el conocimiento del productor acerca de planes de fertilización y manejo del cultivo, propuesto (Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014).

Figura 17. Desarrollo tecnológico del cultivo se observa un sistema agroforestal de cacao, plátano y maderables.



Fuente: Presente estudio

Manejo agronómico

Evalúa a través de la escala de Likert: (1) control con herbicidas y/o manual con azadón, (3) control manual con machete o guadaña y (5) disminución en distancias de siembra entre plantas y surcos, usando coberturas muertas.

Manejo fitosanitario

Evalúa a través de la escala de Likert: (1) control químico solamente, (3) control biológico: hongos y bacterias y/o introduce o libera insectos benéficos o control físico con trampas, mallas finas, cintas plásticas con aceites y (5) plantas repelentes (alelopatía) o preparados vegetales o realiza un manejo integrado con control físico, biológico y químico.

- **Criterio productividad del cultivo.** Conformado por los indicadores: producción de ciclo corto y limitaciones en la producción propuestos por (Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014), el primero permite identificar el nivel de explotación de los recursos del sistema tanto de producción como de rendimientos y el segundo identifica si los cultivos dependen en gran medida de insumos externos para mantener la producción.

Producción de ciclo corto

Evalúa a través de la escala de Likert: (1) baja (no más de una cosecha), (3) moderada (no más de dos cosechas al año de cultivos de ciclo corto) y (5) alta (es posible realizar hasta tres (3) cosechas de cultivos de ciclo corto al año).

Limitación de la producción

Evalúa a través de la escala de Likert: (5) no presenta ninguna limitación, (3) debe hacerse una labranza simple y/o aplicar bajas dosis de fertilizantes y (1) debe ararse el suelo y/o es indispensable aplicar altas dosis de fertilizantes.

- **Criterio degradación de la pastura.** Compuesto por los indicadores: vigor, altura, pasturas en degradación, presencia de camino de ganado y presencia de arvenses. Evalúan a través de la escala de Likert, el nivel de degradación presente en las pasturas mediante variables observables y medidas directamente en campo.

Vigor de la pastura

Propuesto por (Altieri & Nicholls, 2002). El vigor de la pastura califica la vitalidad en términos de color y estructura de la pastura, esta se relaciona directamente con la productividad en términos de materia seca y el manejo que hace el productor para conservar la pastura (Figura 18).

Altura de la pastura

Propuesto por (Quiñones & Picasso, 2008). Permite evidenciar la oferta o asignación diaria del forraje que disponen los animales por peso vivo y por día durante un periodo de tiempo determinado, asimismo permite indirectamente saber el manejo rotacional que hace el productor para la conservación y productividad (Figura 18). Esta medición se hace a través de un flexómetro y se mide la altura de la pastura a ras de suelo hasta la hoja más alta.

Figura 18. Determinación del vigor y la altura de la pastura.



Fuente: Presente estudio

Pasturas degradadas

Propuesto por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015) en la evaluación de los estados de degradación de las pasturas en la zona de consolidación de la colonización en el departamento de Caquetá. Se observa la mayor cobertura que se tiene en la finca (pasturas mejoradas o criaderos).

Presencia de caminos de ganado

Adaptado de (Cotto, 2012). La presencia de caminos de ganado permite identificar la degradación que tiene la pastura en relación a la compactación y el sobrepastoreo, la medición de este parámetro se hace a partir de una calificación visual a nivel general de todos los potreros y su proporción de suelo desnudo que ocupa (Figura 19).

- **Criterio tendencia al monocultivo.** Compuesto por los indicadores de sustentabilidad: diversidad de especies en cultivos, pasturas y tendencia en el monocultivo. Estos indicadores permiten establecer la diversidad de los predios. La diversidad de especies de los cultivos y las pasturas fueron establecidos por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015) en el departamento de Caquetá, evaluados a través de la escala de Likert, enumerando la cantidad de especies presentes en el predio, para el caso del cultivo (anuales, semestrales, permanentes) y pasturas (especies de pastos mejorados).

Figura 19. Potrero con presencia de caminos de ganado.



Fuente: Presente estudio

- **Criterio uso eficiente de los recursos**

Indicador manejo de los residuos sólidos domésticos

Este criterio permite identificar el manejo de los residuos generados en el hogar (plásticos, orgánicos o vidrio), a través de una valoración del nivel de conocimiento acerca del uso final de estos residuos propuesto por (Loiza, Carvajal, & Ávila, 2014).

2.4.4 Indicadores del mantenimiento del recurso económico (ISMRECO)

Entre los indicadores de sostenibilidad del “mantenimiento del recurso económico” se tienen, la relación beneficio/costo, el margen bruto, la diversidad de productos para la venta, la dependencia de insumos internos, el acceso al mercado, la relación predial - extra predial, la facilidad de acceso al crédito y la dependencia de mano de obra externa. Dichos indicadores se describen a continuación:

La relación beneficio/costo (B/C)

Esta relación resulta de dividir el ingreso bruto (IB) entre el costo total de producción (CTP), esta variable indica la retribución que se obtiene por unidad monetaria invertida.

El margen bruto (MB)

Se obtiene como la diferencia entre el ingreso bruto (IB) y los costos totales de producción (CTP).

Diversidad de productos para la venta

Es la diversidad de productos entre agrícolas, pecuarios y transformados que le generan un ingreso al productor a partir de la venta en los centros urbanos.

Dependencia de insumos internos

Son los insumos necesarios para mantener la productividad del sistema. Entre ellos, para la ganadería, insumos agrícolas y de otras actividades.

El acceso al mercado

Es la percepción que tiene el productor en relación al precio del producto durante su venta y el costo del transporte para sacar el producto.

La relación predial-extra predial

Es la relación del ingreso generado a partir de la venta de mano de obra fuera de la finca y su contribución con respecto al ingreso total de la finca.

La facilidad de acceso al crédito

Evidencia mediante una escala de percepción la accesibilidad de adquirir un crédito, el tiempo y los procedimientos para el crédito y el acompañamiento de las entidades financieras durante el crédito.

La dependencia de mano de obra externa

Indica cuán sostenible es la finca al realizar cada una de las actividades productivas en relación a la dependencia de mano de obra externa para ejecutar las tareas.

2.4.5 Indicadores del mantenimiento del recurso social

Dentro de las variables de evaluación de los indicadores sociales están:

- **Participación de los miembros de la familia.** Permite mediante una escala de percepción conocer las dinámicas de participación en la toma de decisiones del núcleo familiar con respecto a un posible cambio futuro del sistema productivo o en la toma de decisiones diarias.

La participación social

Hace referencia a la gestión de proyectos, la efectividad y el impacto que hace en el sistema productivo.

La asociatividad

Es denominada como los beneficios y el número de asociaciones que permiten hacer un mejoramiento de los sistemas productivos.

La participación activa en reuniones

Identifica a nivel de finca si el núcleo familiar se encuentra en una constante retroalimentación con respecto a las tendencias e informaciones de los sistemas productivos.

El nivel de conocimiento del sistema productivo

Permite valorar mediante la escala de sostenibilidad la aplicación de conocimiento de las actividades agrícolas y pecuarias, como es el caso de fertilización, aplicación de vacunas y vermífugos, entre otros.

La seguridad alimentaria

Mide el nivel de sostenibilidad en términos de alimentación que tiene el núcleo familiar y la dependencia de los insumos externos para el aprovechamiento de los alimentos.

2.4.6 Indicadores del mantenimiento del recurso institucional

Dentro de las variables de evaluación de los indicadores institucionales están:

El compromiso del gobierno, el compromiso de los gremios, la toma en cuenta de la opinión y la asistencia por parte de los gremios. Este último indicador permite, mediante la escala de percepción, conocer el nivel de acompañamiento institucional por parte de las entidades públicas y privadas en la realización de las actividades diarias.

2.5 Análisis de los indicadores para la evaluación de sustentabilidad de los sistemas productivos

2.5.1 Sistematización de la información en la base de datos

Se estructuró una base de datos que permita la consolidación de la información proveniente de la encuesta predial y la información generada del formato de campo para el diligenciamiento de los indicadores. La sistematización de la información se organizó con base en el planteamiento metodológico del marco de sustentabilidad SAFE (Sustainability assessment of farming and the environ-

ment framework) desarrollado por (Sauvener, y otros, 2006) y (Van Cauwenbergh, y otros, 2007), el cual emplea una estructura jerárquica (adaptada de la aplicación de la teoría PC&I por (Lammerts Van Bueren & Blom, 1997)), compuesta por: i) principios, ii) criterios, iii) indicadores y iv) valores de referencia, lo que permite construir indicadores sintéticos a partir de la combinación de más

indicadores ligados a criterios y principios que definen la valoración de la dimensión de la sustentabilidad biofísica (indicadores hídricos, edáficos y agronómicos) y la dimensión socioeconómica incluida la institucionalidad.

Igualmente, la base de datos se sistematizó teniendo como referencia las variables independientes: encuesta, propietario, municipio, vereda, tipología, indicadores hídricos, edáficos, agronómicos, sociales, económicos e institucionales, que son las variables de clasificación. Mientras, las variables dependientes o de respuesta son la totalidad de predios evaluados. Para facilidad en el manejo de la información se conservó el consecutivo asignado en el proceso de caracterización y tipificación.

2.5.2 Organización de la información obtenida en campo para generar la línea base de la sustentabilidad

Sistematizada la información que contiene los indicadores de sustentabilidad del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, los resultados se organizaron teniendo como referencia los estudios de (Altieri & Nicholls, 2002); (Duarte, 2005); (Arias-Giraldo & Camargo, 2007); (Durán & Díaz, 2008); (Ríos, 2009); (Cerrada, 2014); (Loaiza, Carvajal, & Ávila, 2014); (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015), quienes presentan los indicadores en escalas ordinales (1 a 5) representados en gráficos radiales tipo amiba (Cárdenas G., 2000).

Sin embargo, de los 61 indicadores evaluados para generar la línea base de la sustentabilidad del departamento del Caquetá, 16 presentan escala nominal, es decir, son indicadores representados por números reales y por lo tanto no presentan escalas de clasificación. Estos 16 indicadores son: calidad de agua (pH), compactación del suelo (penetrabilidad, Kpa), horizonte A (cm), lombrices (N°), relación beneficio/costo (B/C), margen bruto del sistema productivo (MB), valor agregado neto (VAN), ingreso agropecuario neto (IAN), ingreso total familiar (ITF), diversidad de productos para la venta, dependencia de insumos externos, relación predial extra/predial, dependencia de mano de obra externa, asociatividad, participación social, nivel tecnológico.

Estos indicadores se transformaron en escalas ordinales con el programa InfoStat (2013) a través del procedimiento estadístico tablas de frecuencias, agrupando los valores en escalas de (1 a 5), siendo (1) el valor con sustentabilidad más bajo y (5) el valor de sustentabilidad más alto. Finalizado el procesamiento estadístico, se ajustaron los valores de la base de datos y se cambiaron a escalas o clases según el uso de la amplitud de los límites de confianza, propuesto por (Graybill & Kneebone, 1959); (León-Velarde & Barrera, 2003) que corresponden a las 7 tipologías en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

2.5.3 Aplicación de técnicas de estadística univariada y multivariada

Análisis de varianza

Se efectuó un análisis de varianza con la prueba LSD Fisher con un nivel de significancia del 5%, con el fin de observar diferencias entre tipologías de los sistemas de producción del departamento del Caquetá a través del programa InfoStat (2013).

Análisis de componentes principales (ACP)

Se aplicó la prueba estadística análisis de componentes principales (ACP) con el fin de reducir los indicadores propuestos, eliminando aquellos que agregan muy poco y solo contribuyen a distorsionar el análisis. Eligiendo indicadores cuyas raíces características sean mayores o iguales a uno y que simultáneamente producen una información acumulada mayor o igual al 80%. Estas variables son en consecuencia las que mayor aporten a la variabilidad total y las que serán utilizadas en el siguiente procedimiento.

Cálculo de los indicadores compuestos a través de gráficos amiba o ameoba

La integración de los resultados se llevó a cabo mediante la representación gráfica de los valores promedios correspondientes a los indicadores de sostenibilidad. Esta representación gráfica se conoce como “amiba” (Cárdenas G., 2000) y permite de manera visual estimar aquellos indicadores de sostenibilidad que influyen positiva o negativamente sobre el funcionamiento de cualquier sistema.



3. Resultados y discusión

3.1 Tipologías caracterizadas de los sistemas de producción de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania

Los resultados muestran que en las áreas rurales de estos municipios se presentan dos actividades productivas diferentes, el 61% de los predios evaluados corresponden a tipología cuyas actividades productivas están orientadas hacia la ganadería como principal actividad. Y el 39% de los predios restantes centran su producción en productos agrícolas. Los dos grupos de fincas requieren para su funcionamiento de mano de obra, que corresponde al 80% de tipo familiar.

De esta manera, a partir del análisis estadístico de la información predial colectada en las encuestas socioeconómicas, fueron priorizadas cuatro tipologías de sistemas productivos en el paisaje de montaña de los muni-

cipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes (Tabla 15); y tres tipologías en el paisaje de lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania (Tabla 16).

En estos municipios se presentan tres tendencias productivas, donde el 38% de los predios evaluados corresponde a tipologías con énfasis agrícolas, mientras que el 27,6% son ganaderas y el 34,4% son agropecuarias. Los cultivos de pancoger (plátano, yuca, maíz), son los más frecuentes, aunque algunos han desarrollado cultivos comerciales de cacao, caucho y la ganadería es de doble propósito o ceiba (Tablas 15 y 16).

Tabla 15. Tipologías de sistemas productivos identificadas en el paisaje de Montaña de los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes, departamento del Caquetá

Montaña: San José del Fragua y Belén de los Andaquíes			
AgVmoF Agrícola con venta de mano de obra familiar	GaVmoF Ganadero con venta de mano de obra familiar	AgpF Agropecuario familiar	GaF Ganadero familiar
38,0%	14,1%	34,4%	13,5%

Fuente: Presente estudio

Tabla 16. Tipologías de sistemas productivos identificadas en paisaje fisiográfico de Lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, departamento del Caquetá

Paisajes de Lomerio: San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania		
Agropecuario con avicultura familiar (AgpAvF)	Ganadero semiempresarial (GaS)	Ganadero avícola venta de mano de obra familiar (GaAvmoF)
38,98%	16,95%	44,07%

Fuente: Presente estudio

3.2 Tipologías de los sistemas productivos de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

3.2.1 Tipologías de la unidad de paisaje de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.

Según los resultados obtenidos del análisis de clúster (Figura 20), en la unidad de montaña es posible identificar 4 tipologías de fincas que distinguen 2 formas de producción. La agricultura es la actividad que mayormente se desarrolla en las áreas de montaña, destacándose un subsistema de tipo familiar con producciones principalmente de caña y plátano, presentes en la montaña alta. Otra forma de producción es la ganadería, donde la orientación es principalmente de doble propósito y la ceba. Finalmente se identifica una tipología que se caracteriza por un énfasis agropecuario, donde se alternan producciones agrícolas, ganaderas y de especies menores. Las malas condiciones viales y las distancias entre los predios y la cabecera municipal son una de las principales limitantes para la comercialización de la producción en esta zona.

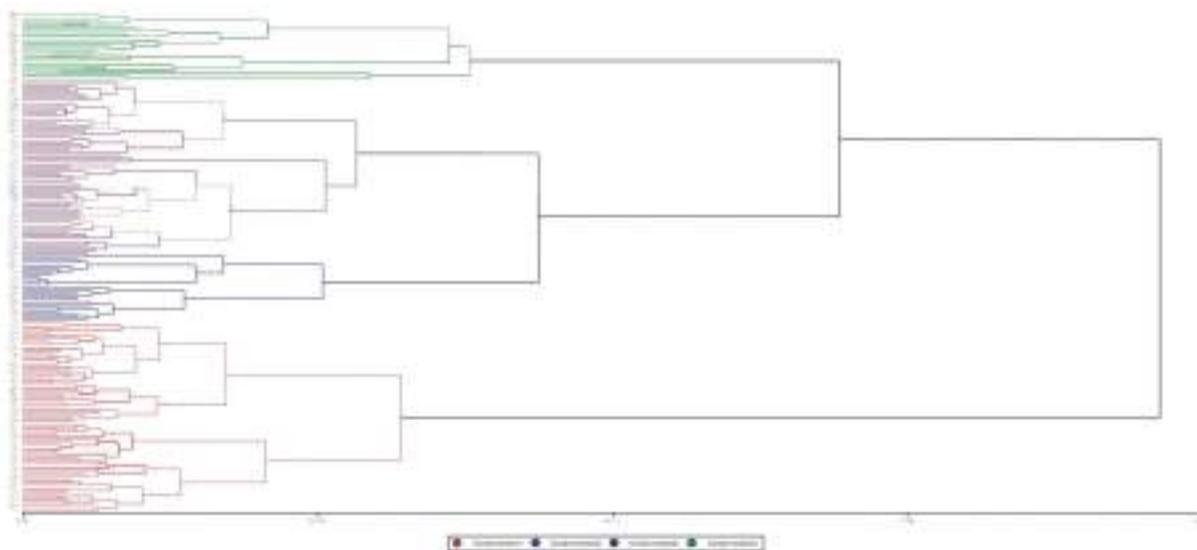
3.2.1.1 Sistema de producción existente en la unidad de montaña

3.2.1.1.1 Agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF)

La tipología agrícola con venta de mano de obra familiar, representa al 38% de los predios muestreados en los dos municipios objeto de estudio. Estos predios se encuentran ubicados principalmente en las veredas que se encuentran próximas a la zona de reserva. Se caracterizan por el desarrollo

de una agricultura con orientación a la venta y el desarrollo de actividades extra prediales que dejan ingresos considerables. El área promedio de las fincas que componen esta tipología es de 23,6 ha, las cuales están cubiertas en un 24,13% por cultivos, un 33,26% por rastrojos y un 34,03% por bosques. Las áreas en pastos solo cubren el 8,58%. Los ingresos anuales en esta tipología oscilan alrededor de los 7,42 SMM (sin descontar los costos), de los cuales el 56,41% corresponden al desarrollo de actividades agrícolas relacionadas con el cultivo del plátano, maíz, cacao y caña principalmente, producciones que son comercializadas en un 76,2%. La ganadería tipo doble propósito y las especies menores solo aportan el 1,79% y 9,40% del ingreso agropecuario respectivamente. Otros ingresos que corresponden principalmente a venta de mano de obra aportan el 30,48% restante de ingresos del sistema (Tabla 17).

Figura 20. Dendrograma de la unidad fisiográfica de montaña (San José del Fragua y Belén de los Andaquíes).



Fuente: Presente estudio

De igual manera, el manejo de todo el sistema agrícola requiere alrededor de 139 jornales anuales, los cuales equivalen aproximadamente a un 3,07 SMM al año; la mayor parte de esta mano de obra es dedicada a la agricultura y en un 85% hace referencia a mano de obra familiar (Figura 21).

3.2.1.1.2 Ganadero con venta de servicios familiar – GaVsF

La tipología, ganadero con venta de servicios familiar representa el 14,1% de los predios de la unidad de montaña. Normalmente, se ubica cerca de las vías carreteables. Se caracteriza por el desarrollo de una ganadería de doble propósito y el préstamo de servicios. El ingreso anual de estas fincas es en promedio 14,49 SMM (Tabla 18).

Tabla 17. Medidas resumen de la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar

Tipología		AgVmoF	
		Agrícola con venta de mano de obra familiar	
N° de encuestas		62	
%		38,0	
Uso del suelo		Área (ha)	%
	Cultivos	2,65	24,13
	Pastos	2,45	8,58
	Rastrojo	7,55	33,26
	Bosque	10,97	34,03
	Otras	0,00	0,00
	Total	23,62	100
Ingresos		SMM	%
	Ganadería	0,09	1,79
	Agricultura	4,08	56,41
	Bosque	0,04	0,49
	Especies menores	0,49	9,40
	Venta mano de obra y/o venta de servicios	2,30	30,48
	Otros ingresos	0,04	1,43
	Total	7,03	100
	Aves	0,43	23,68
	Peces	0,02	2,84
	Cerdos	0,05	2,51
	Total	0,49	29,03
Mano de obra		SMM	%
	Contratada	0,70	14,31
	Familiar	3,07	85,85
	Total	3,76	100
Costos		Internos	Externos
	Ganadería	0,00	0,10
	Agrícola	0,14	1,23
	Bosque	0,00	0,00
	Costo especies menores	0,03	0,13
	23.	0,17	1,46
\$ _Total ingreso sistema productivo		23,62	

Fuente: Presente estudio

Tabla 18. Medidas resumen para la tipología ganadero con venta de servicios familiar.

Tipología		GaVsF	
		Ganadero con venta de servicios familiar.	
N° de encuestas		23	
%		14,1	
Uso del suelo		Área (ha)	%
	Cultivos	0,36	1,01
	Pastos	19,93	45,41
	Rastrojo	5,65	22,59
	Bosque	10,36	31,00
	Otras	0,00	0,00
	Total	36,30	100
Ingresos		SMM	%
	Ganadería	9,98	53,32
	Agricultura	0,49	6,23
	Bosque	0,02	0,06
	Especies menores	0,85	4,28
	Venta mano de obra y/o venta de servicios	3,15	36,11
	Otros ingresos	0,00	0,00
	Total	14,49	100
	Aves	31,91	31,91
	Peces	1,74	1,74
	Cerdos	5,48	5,48
Total	39,13	39,13	
Mano de obra		SMM	%
	Contratada	5,93	46,55
	Familiar	4,20	53,45
Total	10,13	100	
Costos		Internos	Externos
	Ganadería	0,56	2,12
	Agrícola	0,02	0,02
	Bosque	0,00	0,01
	Costo especies menores	0,17	0,22
	Total	0,75	2,36
\$_total ingreso Sistema Productivo		36,30	

Fuente: Presente estudio

Figura 21. Características productivas de las fincas AgVmoF. a) cultivos de caña. b) producción de especies menores y cultivos plátano y cacao.



Fuente: Presente estudio

Normalmente estas fincas corresponden a propietarios que tienen otros ingresos más relevantes, como el préstamo de servicios profesionales, un almacén, una tienda o la venta de alimentos preparados. Son precisamente estos servicios los que aportan un 36,11%, sin embargo la actividad ganadera aporta el 53,32% del ingreso agropecuario general, siendo el mayor aporte al ingreso del predio. Normalmente esta ganadería es de tipo doble propósito con ingresos similares entre la carne y la leche de 12 y 11 SMM respectivamente, y por ello se manejan dos razas: la criolla como principal y Holstein como una raza secundaria.

En estos predios también se presentan ingresos por especies menores que representan el 4,28% y corresponden principalmente a la cría de aves de patio (Figura 22). La agricultura representa solo 6,23% del ingreso y proviene básicamente de la venta de plátano y caña en panela.

El área promedio de estos predios es de 40,64 ha, de las cuales el 45,41% están cubiertas por pastos para la ganadería, el 1,01% corresponde a cultivos, el 22,59% son rastrojos y el 31% son bosques (Tabla 18).

Figura 22. Característica de las producciones en la tipología ganadero y venta de servicios familiar de la unidad de montaña. a) especies menores, b) ganado criollo con mezcla de Holstein.



Fuente: (SINCHI, 2014). Fuente: Presente estudio

Para el mantenimiento de la unidad productiva, se requieren 11,38 SMM, de los cuales 10,13 SMM corresponden a mano de obra y el restante es invertido en insumos. La mayor parte de estos costos es generada por la ganadería y seguidamente están las especies menores (cerdos y aves de corral) (Figura 22a). Para el desarrollo de todas las actividades se emplean en promedio 191 jornales al año. Del total de mano de obra empleada en el predio, el 53,45% es de origen familiar y el restante es contratado. La mano de obra contratada principalmente es destinada para las labores de establecimiento y limpieas de los pastos. Respecto a los insumos, más del 70% son de origen externo y corresponden principalmente a sal, vacunas y otras drogas requeridas para el mantenimiento del hato ganadero (Tabla 18).

3.2.1.1.3 Agropecuaria familiar - AgpF

La tipología agropecuaria familiar es la segunda más común en toda la unidad fisiográfica, que representa el 34,4% del total de predios

muestreados. Las actividades principales son la agricultura de autoconsumo y la ganadería tipo doble propósito que se desarrollan de manera simultánea. Esta tipología tiene en promedio ingresos anuales por 15,17 SMM (sin descontar costos), de los cuales el 33,21% provienen de la agricultura, específicamente de la caña, la yuca, el plátano y el maíz.

El 38,42% de los ingresos provienen de la ganadería que se basa en la comercialización de leche y la venta de ganado propio. Las especies menores aportan un 12,57% al ingreso agropecuario, este ingreso está representado principalmente por la producción de huevos y aves en pie, las cuales son destinadas en proporciones similares para la venta y el autoconsumo, no obstante, es posible que en algunos predios se generen ingresos por cultivo de peces y cría de cerdos (Figura 23). La mano de obra vendida suma el 15,30% del ingreso del sistema (Tabla 19) que se da de manera espontánea durante todo el año.

Tabla 19. Medidas resumen para la tipología agropecuaria familiar.

Tipología		AgpF	
		Agropecuaria familiar	
N° de encuestas		56	
%		34,4	
Uso del suelo		Has	%
	Cultivos	3,43	11,09
	Pastos	16,61	43,42
	Rastrojo	9,11	21,72
	Bosque	10,11	23,77
	Otras	0,00	0,00
	Total	39,25	100
Ingresos		SMM	%
	Ganadería	7,10	38,42
	Agricultura	4,20	33,21
	Bosque	0,06	0,50
	Especies menores	1,99	12,57
	Venta de mano de obra y/o venta de servicios	1,82	15,30

Tipología		AgpF	
		Agropecuaria familiar	
Ingresos	Otros ingresos	0,00	0,00
	Total	15,17	100
	Aves	1,44	47,02
	Peces	0,36	8,39
	Cerdos	0,19	7,09
	Total	1,99	100
Mano de obra		SMM	%
	Contratada	2,42	25,00
	Familiar	6,49	75,11
	Total	8,91	100
Costos		internos	externos
	Ganadería	0,11	1,67
	Agrícola	0,12	1,28
	Bosque	0,00	0,02
	Costo especies menores	0,23	0,52
	Total	0,46	3,50
\$ _Total i. SP		15,17	

Fuente: Presente estudio

Figura 23. Característica de las producciones en tipología agropecuario familiar. a) Producción de peces, b) Cultivo de plátano y pasto, c) Ganado de cría, d) Producción lechera.



Fuente: Presente estudio

El área promedio de estos predios es de 26,4 ha, de las cuales el 64,2% están cubiertas por pastos o gramas, el 15,9% están cubiertas por cultivos, el 11,6% por rastrojos y el 8,1% por bosques naturales.

Para el mantenimiento de la unidad productiva, se requieren 10,2 SMM, de los cuales el 64% corresponden a costos por mano de obra y el restante es lo concerniente a los insumos. En promedio se emplean 228 jornales al año para el desarrollo de todas las actividades, entre las cuales la ganadería demanda el 55,7%, la agricultura el 24,6% y las especies menores el 19,5% restante. Se considera que el énfasis de esta tipología es familiar debido a que, del total de mano de obra empleada, el 85% es de origen familiar. Sólo se contrata mano de obra para las labores de limpieza del ganado y en algunos casos para la cosecha. Respecto a los insumos, más del 79% son de origen externo y corresponden principalmente a los invertidos en sales, vacunas y demás drogas requeridas para el mantenimiento del ganado.

3.2.1.1.4 Ganadero familiar - GaF

La tipología ganadero familiar representa el 13,5% de los predios muestreados en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes. Se caracteriza por el desarrollo de una ganadería con mayor énfasis hacia la producción de leche, la cual constituye la principal actividad del predio (Tabla 20). En promedio, el ingreso anual de estas fincas es de 30,51 SMM, de los cuales, el 61,71% son aportados por la actividad ganadera. Esta actividad contempla el desarrollo de una ganadería más de tipo leche e ingresos por venta de ganado, con valores de 9,87 y 8,12 SMM respectivamente, que superan el 60% del ingreso ganadero, la comercialización de la leche se hace a través de queseras de la región y/o a través de empresas consolidadas en la zona como Nestlé. El ingreso por actividades ganaderas no representa el único de todo el sistema, existen predios en los cuales se cultivan especies como el plátano, que son utilizados en igual proporción para la venta y el autoconsumo. La yuca es destinada en un 68% para el autoconsumo, entre ello para el ganado (producción de silos) y el cultivo de caña que es transformada en panela y vendida en el centro poblado, y solo el 32% tienen cultivos de cacao. Un 12,73% del ingreso agropecuario hace referencia a la cría de especies menores donde se incluyen aves, peces y cerdos, mientras que el 4,48% del ingreso restante se deriva de la venta de mano de obra en fincas (Figura 24).

Figura 24. Característica de las producciones en tipología ganadero familiar, a) Enramada para transformación de caña, b) Cultivos de caña y limpieza de estanques de peces.



Fuente: Presente estudio

El área promedio de estos predios es de 60 ha, de las cuales el 49,78% están cubiertas por pasto, el 10,66% corresponde a cultivos y el 39,56% restantes corresponde a zonas de bosques y rastrojos. El costo del mantenimiento de la unidad productiva es en promedio de 30,66 SMM, de los cuales el 35,10% corresponden a mano de obra contratada y el restante es invertido en insumos y mano de

obra familiar. La mayor parte de estos costos es generada por la ganadería y seguidamente están las actividades agrícolas. Asimismo, anualmente para el desarrollo de todas las actividades se emplean en promedio 209 jornales y del total de mano de obra empleada en el predio, el 64,91% es de origen familiar. Al igual que las tipologías GaVsF de la unidad de montaña, la mano de obra contratada en esta tipología principalmente es destinada para las labores de establecimiento y limpieas de los pastos. En torno a los insumos hay que aclarar que más del 89,24% son de origen externo y corresponden principalmente al manejo de ganado, como la sal, vacunas y otras drogas.

Tabla 20. Medidas resumen para la tipología Ganadero Familiar.

Tipología		GaF	
		Ganadero Familiar	
N° de encuestas		22	
%		13,5	
Uso del suelo		Has	%
	Cultivos	4,42	10,66
	Pastos	29,78	49,78
	Rastrojo	8,41	13,95
	Bosque	17,41	25,61
	Otras	0,00	0,00
	Total	60,02	100
Ingresos		SMM	%
	Ganadería	20,52	61,71
	Agricultura	4,06	21,09
	Bosque	0,00	0,00
	Especies menores	5,28	12,73
	Venta de mano de obra y/o venta de servicios	0,66	4,48
	Otros ingresos	0,00	0,00
	Total	30,51	100
	Aves	1,20	39,30
	Peces	3,43	13,27
Cerdos	0,65	15,61	
Total	5,28	68,18	
Mano de obra		SMM	%
	Contratada	7,80	35,10
	Familiar	14,79	64,91
	Total	22,59	100
Costos		internos	externos
	Ganadería	0,14	3,76
	Agrícola	0,21	2,51
	Bosque	0,00	0,00
	Costo especies menores	0,33	1,11
	Total	0,69	7,38
\$_Total i. SP		30,51	

Fuente: Presente estudio

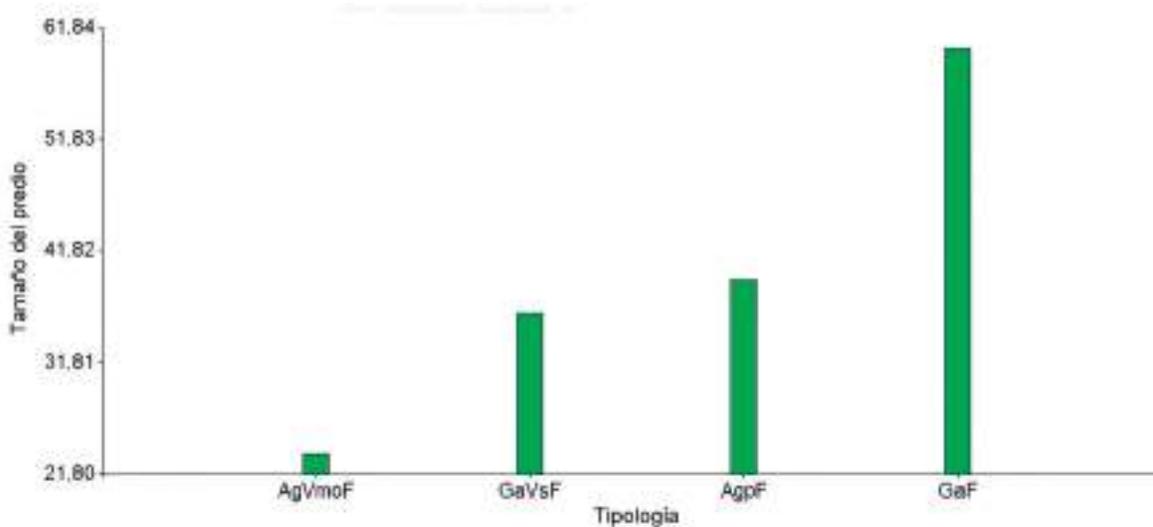
3.2.1.2 Análisis de las principales variables para las tipologías de la unidad de paisaje de montaña

Una clasificación de sistemas de finca puede ayudar al conocimiento de la dinámica de desarrollo de una región. El estudio de las tipologías se complementa con análisis que permiten identificar la evolución histórica y las variables que tienen influencia preponderante en el proceso, y es posible identificar grupos de descriptores o variables que generalmente cumplen un papel importante en los ejercicios de tipificación. Teniendo en cuenta esto, a continuación, se hace una descripción de las principales variables que son analizadas en el proceso de tipificación y caracterización de predios rurales.

Composición por tamaño del predio

Las tipologías Ganadero Familiar-GaF y agropecuario Familiar-GaVsF, son las que tienen los predios con las mayores extensiones. Las fincas que pertenecen a la tipología GaF, en promedio general tienen un tamaño de 60,02 ha (Figura 25) donde la finca más grande es de 180 ha y la menor de 8 ha. Por su parte, la tipología AgpF presenta como extremos un mínimo de 6 ha y un máximo de 150 ha y una media general de 36,30 ha (Figura 25). Dentro del universo de datos analizados, estos sistemas de producción son los que presentan los mayores tamaños, principalmente cubiertos por pastos para el mantenimiento de las actividades ganaderas.

Figura 25. Composición del tamaño de los predios en hectáreas de las tipologías caracterizadas. Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.

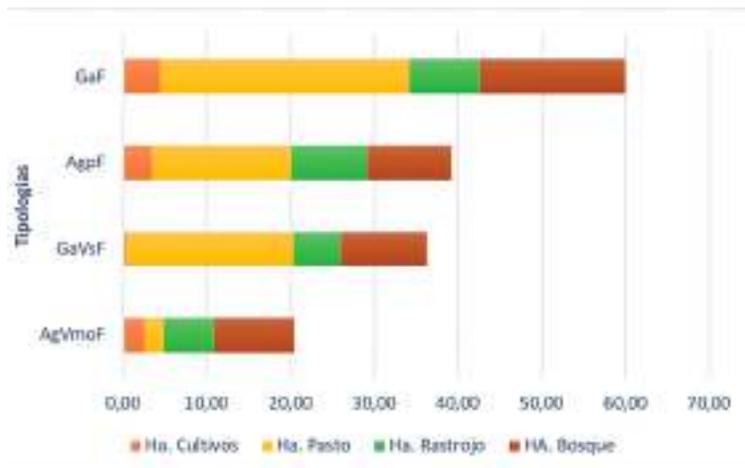


Fuente: Presente estudio

Uso del suelo

La figura 26 muestra la distribución del uso del suelo en hectáreas de los predios tipificados, las fincas de la tipología Ganadero Familiar-GaF, distribuye su suelo de la siguiente manera: las áreas de pasturas corresponden a 29,78 ha del total del predio, seguido por las áreas de bosque que son 17,41 ha. Por otra parte, la cantidad de suelo dedicada a los cultivos es de solo 2,52%, lo que equivale en promedio a 4,42 hectáreas. Las áreas de rastrojos alcanzan las 8,41 hectáreas que

se mantienen en descanso mientras se establece una actividad productiva. La tipología Ganadero Venta de servicios Familiar-GaVsF, presenta una distribución similar en su uso del suelo (figura 26), por una parte, la cobertura de pasto ocupa el 54,90% del total del predio y los cultivos solo están presentes en promedio con 3,36 ha. Es de recordar que este grupo de fincas corresponde a unidades donde el ingreso más representativo, después de la ganadería principalmente de leche y ceba, es la venta de servicios.



Fuente: Presente estudio

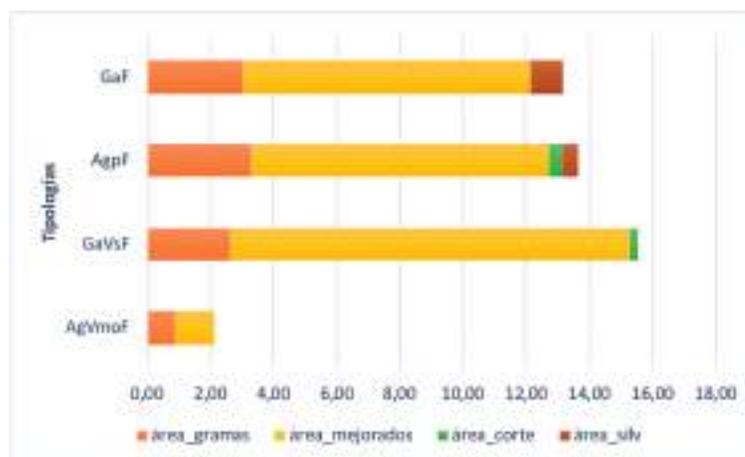
Los predios que hacen parte de la tipología Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF que en promedio son los más pequeños, muestran que su área cubierta por cultivos es de 2,66 hectáreas, seguido de las áreas boscosas que abarcan en promedio 9,52 ha y el área en descanso (rastros) son de 29,91% (Figura 26). Finalmente, la tipología Agropecuario Familiar-AgpF está distribuida de la siguiente forma: 16,61 ha cubiertas por pastos, 10,11 ha de bosque y 3,43 ha dedicadas a los cultivos.

Composición de pastos

El recurso más importante con el que cuenta todo productor es el suelo y el forraje que en él se produce. El productor que es conocedor de la historia de la propiedad, sabe lo que ha sucedido a lo largo de los años y sabe cómo

se han venido comportando los potreros. Así es que, según el análisis realizado sobre la matriz de datos, podemos observar que, para las cuatro tipologías caracterizadas en la zona de montaña, las áreas con pastos de corte (bancos de forraje) y sistemas silvopastoriles en promedio, no superan las 0,17 y 0,38 ha respectivamente. Solo los predios que conforman la tipología Ganadero Familiar- GaF tienen en su distribución de pastos 1 hectárea dedicada a la silvicultura (Figura 27). Por otra parte, la tipología Ganadero Venta de servicios Familiar- GaVsF es la que en promedio presentan la mayor extensión de pastos mejorados con 12,64 ha (Figura 27). Los grupos de fincas GaF y AgpF tienen una distribución de pasturas similar, donde en promedio las áreas de gramas y de pastos mejorados cubren 3,16 y 9,27 hectáreas respectivamente (Figura 27).

Figura 27. Distribución en hectáreas de las áreas de pastos (gramas, pastos mejorados y de corte) para las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.

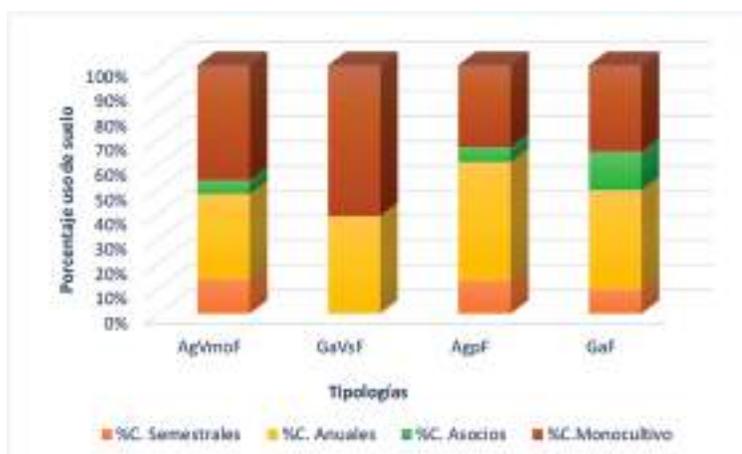


Fuente: Presente estudio

Composición de cultivos

La realidad de los cultivos en las tipologías se presenta en la figura 28. Los predios tipificados presentan en su composición productiva áreas destinadas a cultivos semestrales, anuales, asociados y en monocultivo. Los cultivos semestrales para las tipologías AgVmoF y AgpF presentan en promedio 13,38 % del suelo cubiertos por este tipo de cultivos (maíz, arroz, tubérculos), que son empleados principalmente para el autoabastecimiento del predio (Figura 28). Los cultivos anuales como el plátano, yuca y algunos frutales representan en promedio 40,57% de la cobertura de las fincas, donde la tipología AgpF es la de mayor extensión en este tipo de cultivos y presenta 47,99% (Figura 28). Los cultivos asociados no existen en la tipología GaVsF contrastando con la tipología GaF, donde este tipo de producción se extiende en un 15,50% del predio (Figura 28). Los monocultivos principalmente de caucho y caña están presentes en todos los grupos de finca y la tipología GaVsF es la que en promedio presenta un área de 60.61% cubierta por un único cultivo, que en este caso es caña que es usada para la preparación de ensilaje para el ganado. La tipología AgVmoF es la que en promedio mayor extensión de este tipo de producción tiene en sus predios con 46,28% del uso del suelo cubierto por cultivos de un único tipo (cacao, caucho y/o caña) (Figura 28).

Figura 28. Distribución de las áreas empeladas para cultivos en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.



Fuente: Presente estudio

Valorización de las coberturas

La determinación del valor de la tierra, constituye la fase más importante y delicada del proceso de avalúo, por lo cual se requiere sumo cuidado al momento de establecer el valor; según los productores esta valorización depende de las mejoras a las que hayan dado lugar para la adecuación y posterior desarrollo de actividades productivas. La figura 29 muestra la relación del valor de la unidad productiva con la actividad económica que se realiza, donde en promedio general la percepción del valor de la unidad de tierra en hectáreas, independientemente de la cobertura, es de 3,50 SMM. La tipología Ganadero Familiar-GaF tiene la percepción de valorización más alta con 5,32 SMM, donde

el área destinada al cultivo se estima en 6,20 SMM, seguido por las áreas de pastos mejorados y gramas con una media de 5,10 y 5,13 SMM respectivamente (Figura 29). Como se mencionaba anteriormente, la actividad productiva principal define la valorización de las coberturas, por tanto, las áreas destinadas a los cultivos en la tipología Agrícola con Venta de mano de obra Familiar- AgVmoF, valúan que una hectárea de suelo en 3,96 SMM, contrastando con las tipologías de tipo ganadero donde estas coberturas oscilan en promedio en 5,54 SMM (Figura 29). Por otra parte, lo que concierne a las unidades de rastrojos y bosques las tipologías presentan un promedio de valorización de 3,38 SMM y 3,51 SMM para las tipologías caracterizadas.

Figura 29. Valores promedios de valorización de una hectárea de suelo con diferentes coberturas en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.



*Nota: \$_gramasm: 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 \$_rastrajosmm: valor de una hectárea de rastrojo en salarios mínimos mensuales.

Fuente: Presente estudio

Estructura de ingresos y costos

Ingresos brutos

Los niveles de ingresos que desarrolla el productor, así como las relaciones costo/beneficio y su distribución en el año, permiten orientar la planificación en términos de qué rubros mejorar, cambiar o introducir y con ello aumentar y distribuir mejor los ingresos. Como ya hemos mencionado anteriormente las actividades principales que generan ingresos a los sistemas de producción son cinco que se nombran a continuación: ganadero, agrícola, especies menores y aprovechamiento de bosque y un último ingreso que se denomina otros, que no tiene que ver precisamente con las actividades productivas-económicas realizadas en el predio.

Figura 30. Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.



*Nota: %I.ganado: Porcentaje ingreso neto por ganadería; % I.agricola: 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 guardabosque, 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.

Fuente: Presente estudio

El (Incoder, 2013) afirma que los proyectos productivos que desarrolle cada familia sobre la unidad productiva les deben generar ingresos netos no inferiores a 2,0 ni superiores a 2,5 salarios mínimos mensuales legales vigentes. De acuerdo a esto podemos observar en la figura 30 que las fincas pertenecientes a la tipología Ganadero Venta de mano de obra Familiar-GaVmoF, Ganadero con Venta de servicios Familiar-GaVsF y Agropecuario Familiar-AgpF están por debajo de este umbral, ya que el ingreso anual que registran este tipo de predios es de 7,03 SMM; 14,49 SMM y 15,17 SMM lo que quiere decir que mensualmente su ingreso es de 0,58, 1,20 y 1,26 SMM respectivamente (Figura 30). Las actividades agrícolas de la tipología AgVmoF generan el 56,41% y 30,47% del total neto lo aporta la venta de mano de obra (Figura 30). El grupo de fincas GaVsF muestra un ingreso extra predial de 36,10% que corresponde a actividades que no tienen que ver con el sector agropecuario. Finalmente, la tipología de tipo Agropecuario, distribuye su ingreso anual en 38,42 % y 33,21% en actividades ganaderas y agrícolas (Figura 30). Solo la tipología Ganadero Familiar- GaF, responde a lo propuesto por (Incoder, 2013), ya que los ingresos anuales son de 30,51 SMM, lo que quiere decir que mensualmente se generan 2,54 SMM, que está representado por la actividad ganadera que genera 61,70% del total anual. Un segundo y tercer ingreso a este tipo de sistema es lo relacionado con las actividades agrícolas y de especies menores 21,08% y 12,72% respectivamente (Figura 30). Según los resultados esta tipología es la más estable económicamente para los predios analizados.

Sector agrícola

Las actividades agrícolas desarrolladas por los productores tienen gran relevancia desde el punto de vista económico, pues, a través de la producción de rubros agrícolas y se abastece por un lado las necesidades básicas de alimentación de la unidad familiar y genera un ingreso por la venta de los excedentes.

Tabla 21. Distribución de las hectáreas e ingreso agrícola para ocho cultivos presentes en las tipologías de los sistemas de producción caracterizados, en Salarios Mínimos Mensuales (SMM).

Cultivos agrícolas	Tipologías de sistemas productivos							
	AgVmoF		GaVsF		AgpF		GaF	
	Ingresos	Ha	Ingresos	Ha	Ingresos	Ha	Ingresos	Ha
Maíz	12,26	1,32	0,03	1,00	0,23	1,04	0,26	1,54
Plátano	1,11	0,88	0,25	0,53	2,01	1,48	1,60	1,82
Yuca	0,14	0,48	0,02	0,25	0,24	0,53	0,34	0,37
Frutales	0,02	0,25	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,25
Caucho	0,00	0,75	0,00	0,00	0,06	0,50	0,00	0,00
Cacao	0,46	1,00	0,00	0,00	0,35	1,66	0,46	1,50
Café	0,06	0,82	0,00	0,00	0,08	0,75	0,01	1,33
Caña	0,55	1,35	0,10	1,50	0,68	1,17	1,87	1,85

Agrícola Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero Venta de servicio Familiar-GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar-GaF

Fuente: Presente estudio

Uno de los cultivos semestrales más sobresalientes en esta unidad de paisaje es el maíz, que se encuentra presente en las cuatro tipologías, pero solo la tipología AgVmoF genera ingresos superiores a las demás (12,26 SMM) (Tabla 21), es decir, un salario mínimo mensual por la venta de este producto. Con relación a los cultivos anuales, los de plátano y yuca principalmente, están presentes en las cuatro tipologías con una media general de 1,58 hectáreas y sin embargo los ingresos por este tipo de productos no supera los dos salarios mínimos anuales (Tabla 21). Los demás cultivos aún no son relevantes para el ingreso ya que muchos se encuentran en una etapa improductiva (Tabla 21).

En la figura 31, se puede observar la distribución de los ingresos de los cultivos mencionados anteriormente. Los cultivos semestrales se llevan el primer renglón en las tipologías AgVmoF y AgpF con el 16,99% y 14,64% de los ingresos percibidos (Figura 31). Por su parte, los cultivos anuales generan

72,92% del ingreso a la tipología GaVsF, seguido por la tipología AgpF con 56,64%, donde el cultivo de plátano es el mayor aportante (Tabla 21 y Figura 31). Los ingresos por cultivos agroforestales o asociados (Caucho y especies maderables) son más sobresalientes en la tipología GaF con un valor promedio de 22,14% del total neto del ingreso agrícola. Las tipologías AgVmoF y AgpF generan ingresos del 17,54% por este tipo de establecimiento de cultivos principalmente de caucho y cacao (Figura 31). Los monocultivos por su parte, generan para la tipología GaF el mayor ingreso que representa el 21,92% (Figura 31), por la producción de caña, café y cacao establecidos en este tipo de sistema. La tipología GaVsF genera 20,83% del ingreso por la venta de caña, seguido por el grupo de finca AgVmoF y AgpF que por la venta de caña generan 16,45% y 11,46% del ingreso (Figura 31).

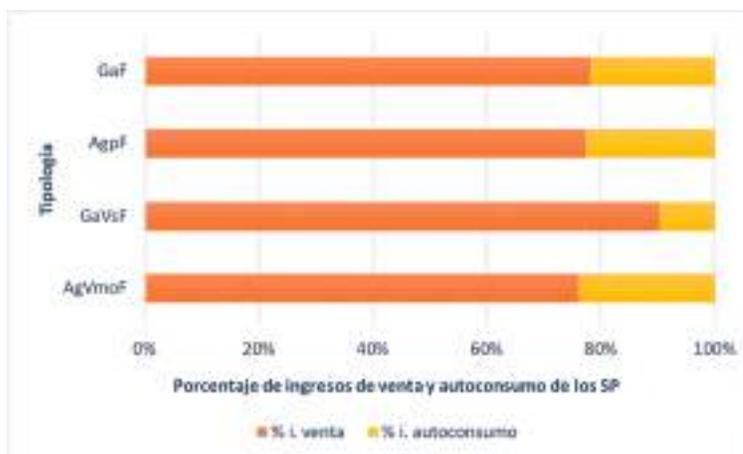
Figura 31. Porcentajes de ingreso bruto de cultivos semestrales, anuales, asociados y monocultivo en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.



Fuente: Presente estudio

La figura 32, permite evidenciar más claramente la distribución del ingreso por la venta de productos agrícolas. Es evidente que el porcentaje de venta de los productos producidos en los predios es en promedio de 80,57%, donde la tipología GaVsF es la que mayor ingreso por venta presenta con 90,49% (Figura 32), esto debido a la venta de leche y de especies agrícolas. Por su parte, el autoconsumo de productos es de 19,43% del ingreso del predio (figura 32).

Figura 32. Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.



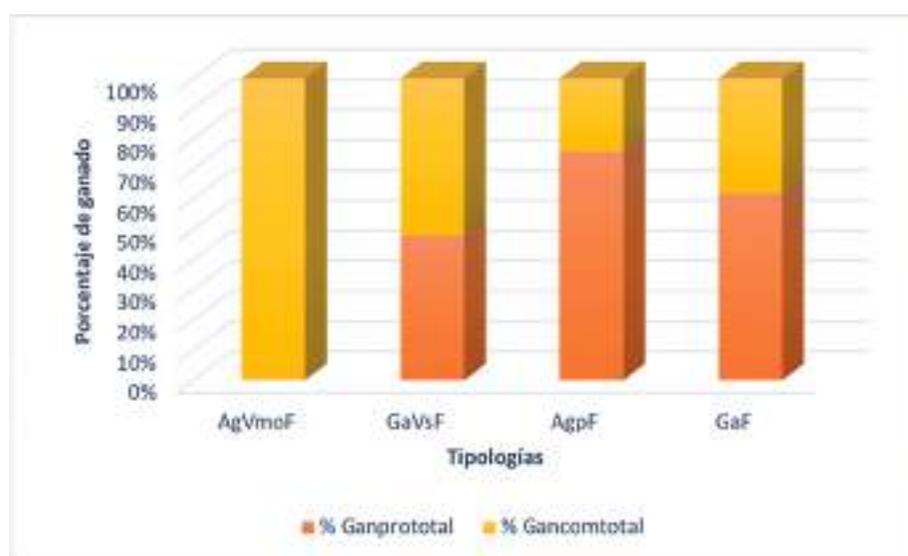
*Nota: % i. i. venta: Porcentaje de ingreso por venta de productos agropecuarios; % i. autoconsumo: Porcentaje del ingreso de autoconsumo de productos agrícolas.

Fuente: Presente estudio

Sector ganadero

El sistema ganadero se encuentra compuesto por un inventario que, desde el punto de vista de la propiedad o tenencia del mismo, deja en evidencia que las tipologías GaVsF, AgpF y GaF, no son absolutamente dueños del rebaño (Figura 33). Este es compartido con otros propietarios que a modo de inversión entregan cabezas de ganado al tenedor de unidades productivas con disponibilidad de pastos dentro de una modalidad comercial denominada “al aumento”. El porcentaje de animales que se encuentran en estos predios bajo esta modalidad, representa para el sistema en general 38,13% del total del ganado presente en las fincas, un inventario que genera 1,46 SMM a los sistemas de producción; donde la tipología GaVsF representa el 52,03% que equivalen a 2,36 SMM (Figura 33). Por otra parte, la tipología Agrícola con venta de mano de obra Familiar- AgVmoF cuenta con un inventario de ganado propio de 100% (Figura 33).

Figura 33. Porcentajes de ingreso bruto en predios de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.



Nota: %ganprototal: Porcentaje de ganado total propio y %gancomtotal: Porcentaje de ganado total en compañía.

Fuente: Presente estudio

Costos brutos

La determinación de los costos de producción es importante para determinar la rentabilidad del sistema productivo y detectar las actividades que están influyendo en los resultados y en las que vale la pena centrar la atención. Como se puede ver en la tabla 22, la mayor parte de los costos en todos los sistemas se generan por la mano de obra requerida para desarrollar las actividades, siendo la tipología AgVmoF la que presenta el menor costo de mantenimiento con relación a este

rubro con un valor de 3,73 SMM y el mayor costo lo genera la tipología GaF con 22,59 SMM anuales. Por otra parte, con relación a los insumos requeridos en estas dos tipologías también presentan los dos contrastes, la AgVmoF tiene un costo de producción de 1,62 SMM y la GaF un gasto de 8,06 SMM anuales para el mantenimiento del sistema (Tabla 22). Los costos generales derivados de estas actividades están por debajo de los ingresos brutos, por lo que la relación costo/beneficio es positivo.

Tabla 22. Distribución de los costos de producción de las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.

Tipología	\$mo_sptotal	\$intotal_sptotal	\$_Ctotalsp
AgVmoF	3,74	1,63	5,37
GaVsF	8,29	2,98	11,27
AgpF	8,56	3,95	12,52
GaF	22,59	8,07	30,65

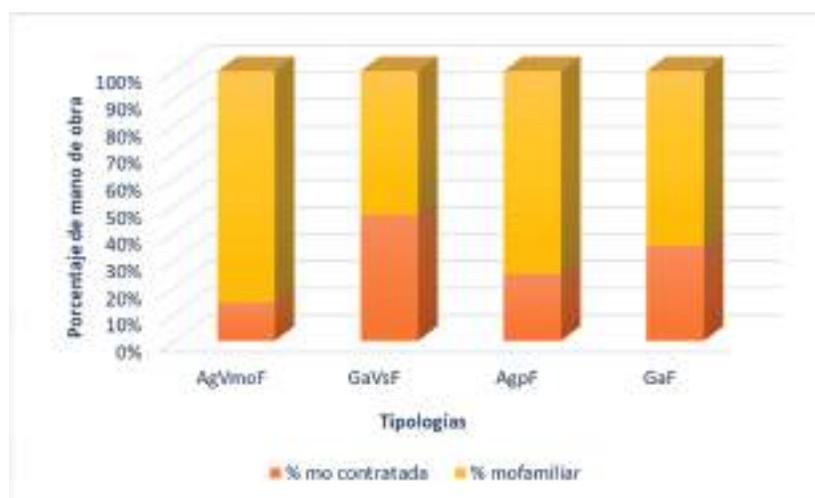
*\$mo_sptotal: mano de obra total en salarios mínimos; \$intotal_sptotal: insumos totales en salarios mínimos y \$_Ctotalsp: Costo total del sistema en salarios mínimos.

Fuente: Presente estudio

Origen de la mano de obra incorporada

En la figura 34, se puede observar claramente la tendencia de uso de mano de obra en los predios. Las tipologías son de tipo familiar por lo que el 69,83% de la mano de obra empleada para las actividades productivas es de este tipo.

Figura 34. Porcentaje de distribución de los costos de mano de obra para las actividades productivas en las tipologías Agrícola con Venta de mano de obra Familiar-AgVmoF; Ganadero con Venta de servicios Familiar- GaVsF; Agropecuario Familiar-AgpF; Ganadero Familiar- GaF.



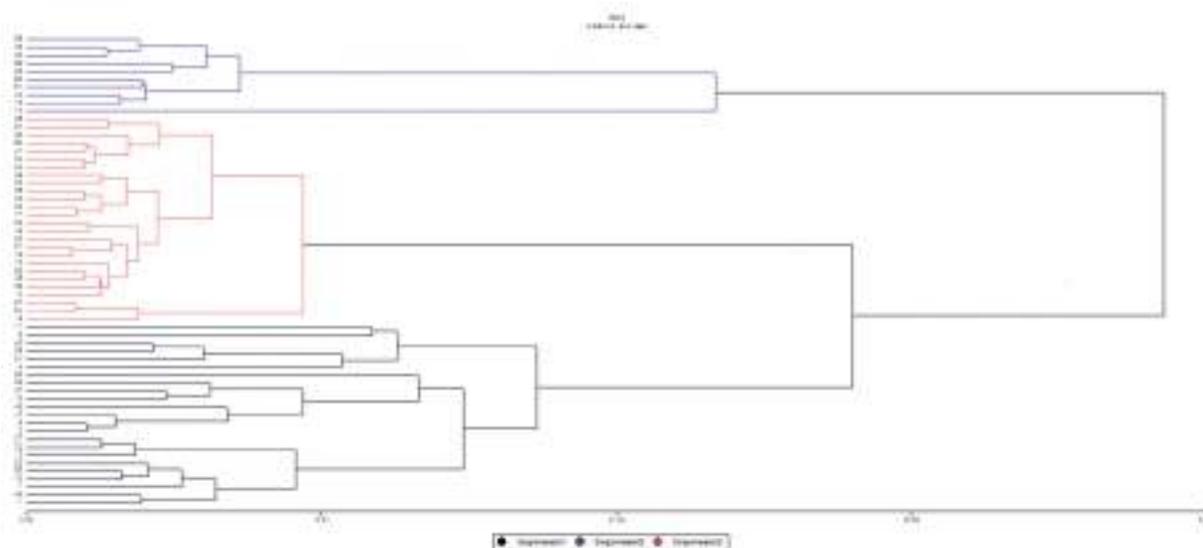
*%mofa_sptot: Porcentaje de mano de obra familiar total empleada y %moco_sptot: Porcentaje de mano de obra contratada total empleada.

Fuente: Presente estudio

3.2.2 Tipologías de la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

El análisis dio como resultado tres grupos de fincas, conformados de la siguiente manera: el primer grupo con 23 predios, el segundo con 10 y el tercero con 26. Una vez obtenidas las fincas que componen cada grupo, se evaluó el peso que cada uno tiene. Seguidamente, se obtuvieron estadísticas descriptivas de cada tipología con el propósito de generar los datos necesarios para la caracterización de la tipología de sistemas productivos (Figura 35)

Figura 35. Dendrograma WAR derivado de la matriz de distancias euclidianas calculadas entre los puntos de la proyección de los 2 componentes principales de variación obtenido mediante ACP.



Fuente: Presente estudio

3.2.2.1 Sistemas de producción existentes en la unidad de paisaje de lomerío

3.2.2.1.1 Agropecuario con avicultura familiar (AgpAvF)

La tipología AgpAvF, representa el 39% del total de los predios muestreados (Tabla 23). Esta tipología se caracteriza por el desarrollo de varias actividades simultáneas como la ganadería, la agricultura, las especies menores, así como por el desarrollo de otras actividades que generan ingresos extra prediales. En promedio estas fincas cuentan con un área de 27,30 ha, en estas fincas se observa un alto porcentaje en áreas naturales o en proceso de recuperación (40,05%), que las hace potencialmente útiles para el desarrollo de estrategias de reconversión del sistema a alternativas más sostenibles. En cuanto a la distribución general del uso del suelo, esta tipología suele tener la mayor cantidad de área cubierta por pastura mejoradas, seguida por cultivos, rastrojos y área de bosque.

Tabla 23. Medidas resumen para las tres tipologías caracterizadas en las áreas rurales de la unidad de paisaje de lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania en el departamento del Caquetá.

Tipología	AgpAvF	GaS	GaAvVmoF
	Agropecuario con avicultura familiar	Ganadero semiempresarial	Ganadero avícola y venta de mano de obra familiar
N° de encuestas	23	10	26
%	39,0	16,9	44,1

Tipología		AgpAvF		GaS		GaAvVmoF	
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Uso del suelo	Cultivos	5,04	26,43	1,50	1,32	0,90	2,48
	Pastos	10,87	33,52	82,75	79,39	20,88	47,26
	Rastrojo	6,35	21,70	5,70	4,87	11,50	24,61
	Bosque	4,96	18,20	13,80	14,37	11,60	25,65
	Otras	0,09	0,15	0,05	0,05	0,00	0,00
	Total	27,30	100	103,80	100	44,88	100
Ingresos		SMM	%	SMM	%	SMM	%
	Ganadería	6,62	21,23	52,53	85,53	10,70	53,56
	Agricultura	9,78	36,32	1,25	2,37	3,09	13,55
	Bosque	0,74	2,01	0,12	0,23	0,47	2,21
	Especies menores	4,35	21,56	9,75	9,75	3,65	17,97
	Venta de mano de obra y/o venta de servicios	3,39	17,23	2,61	1,63	2,32	12,71
	Otros ingresos	0,20	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	25,09	100	66,27	100	20,22	100
	Aves	3,04	85,89	7,42	82,20	2,79	78,92
	Peces	0,67	3,45	1,69	2,65	0,05	0,73
	Cerdos	0,65	10,66	1,43	15,15	0,80	20,34
	Total	4,35	100	10,55	100	3,65	100
Mano de obra		SMM	%	SMM	%	SMM	%
	Familiar	5,66	89,52	8,66	51,86	5,93	99,15
	Contratada	1,88	10,48	9,31	48,14	0,04	0,85
	Total	7,54	100	17,98	100	5,96	100
Costos		Internos	Externos	Internos	Externos	Internos	Externos
	Ganadería	0,00	0,50	0,17	6,68	0,03	1,04
	Agrícola	0,01	0,31	0,02	0,01	0,00	0,02
	Bosque	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
	Costo especies menores	0,06	0,81	0,09	1,67	0,18	0,34
Total	0,07	1,66	0,29	8,36	0,21	1,41	
\$ _Total ingreso Sistema Produccion		25.09		8,64		1,61	

Fuente: Presente estudio

Anualmente esta tipología reporta en promedio 26,64 SMM (sin descontar gastos). La ganadería aporta el 20,04% de estos ingresos, los cuales provienen principalmente de la comercialización de leche y venta de ganado. El segundo eje que aporta al ingreso del sistema, es la agricultura con un 34,18%, que provienen de la comercialización de especies anuales (plátano y yuca) y de la venta de coágulo de látex de caucho. El 20,03% está relacionado con lo referente a fomento de la avicultura, por la venta de huevos y gallinas y el 16,16% del ingreso anual de este tipo de finca lo generan los ingresos extra prediales relacionados con la venta de mano de obra. El 9,59% restante del ingreso corresponde a actividades de aprovechamiento del bosque, subsidios e ingresos de varias fuentes (remesas y ayudas familiares).

Para el mantenimiento de este sistema productivo, esta tipología requiere de una serie de mano de obra e insumos. La mano de obra en promedio se encuentra en 7,51 SMM, los jornales en promedio anual son de 213, de los cuales el 87% es de origen familiar. Por otra parte, la actividad de mayor demanda es la agricultura, a esta le siguen la ganadería y las especies menores. Para este tipo de sistema de producción los insumos son principalmente de origen externo y se refieren prácticamente a la sal, vacunas y demás drogas empleadas para el mantenimiento del ganado, los insumos para las limpias y la semilla empleada en los cultivos.

3.2.2.1.2 *Ganadero semiempresarial (GaS)*

Esta tipología representa el 16,9% de los predios muestreados (Tabla 23). Estos predios están localizados en un 90% en los municipios de Albania y San José del Fragua, en la zona de intervención media que se caracteriza por el desarrollo de una ganadería orientada hacia el doble propósito de carácter semiempresarial. El tamaño de los predios que pertenecen a esta tipología, en promedio es de 103 ha, de las cuales 79% están cubiertas principalmente por pasturas mejoradas, 14% del uso del suelo corresponde a bosques, el 4,8% por rastrojos y solo el 1,3% corresponde a cultivos principalmente de plátano y yuca para autoconsumo.

Los ingresos promedios de las fincas que pertenecen a esta tipología son de 66,46 SMM, de los cuales el 85,53% corresponde a las actividades generadas por la ganadería (venta de leche y ganado en pie). Otra fuente de ingreso que se puede observar en esta tipología son las especies menores (aves principalmente) y la agricultura (plátano, yuca, caucho, caña) que aportan el 9,75% y el 2,36% respectivamente. Finalmente, los subsidios, el aprovechamiento del bosque e ingresos extra prediales representan el 2,36% restante de los ingresos de los predios.

Para el mantenimiento anual de toda la unidad productiva se requiere alrededor de 27,20 SMM, de los cuales, el 45,45% son costos por mano de obra. La mano de obra equivale a 491 jornales donde el 51% es de origen familiar y el 49% restante de origen externo. En lo relacionado con los insumos

requeridos para las actividades productivas propias de esta tipología, estos son en un 85,55% de origen externo.

3.2.2.1.3 *Ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF)*

La tipología ganadero avícola y venta de mano de obra familiar, es la tipología dominante ya que el 44,1% de los predios muestreados corresponden a este tipo de finca. Esta se caracteriza por una marcada producción ganadera tipo doble propósito, la explotación avícola y la agricultura, así como la generación de ingresos extra prediales representativos por la venta de mano de obra. En promedio estos predios miden 44,88 ha, de las cuales el 47,22% están cubiertas por pasturas mejoradas y gramas para el mantenimiento del ganado, el 2,48% por cultivos de pancoger, el 50,25% corresponde a suelos cubiertos por rastrojos y bosques (Tabla 20).

Anualmente, el ingreso de este tipo de fincas es en promedio 20,69 SMM, de los cuales la ganadería aporta el 53,55%, las especies menores el 17,96%, la agricultura el 13,55%, la venta de mano de obra el 12,70% y el 4,11% de los ingresos extras provienen de subsidios, aprovechamiento eventual del bosque. La ganadería desarrollada es de tipo doble propósito donde se manejan en promedio 20 cabezas de ganado, y esta actividad es la que mayormente recibe la atención en todo el sistema. Las actividades agrícolas que se desarrollan en esta tipología son principalmente el cultivo de plátano, yuca y maíz, que se concentra en la alimentación del núcleo familiar, y el cacao que se comercializa en el casco urbano. Los ingresos por especies menores se refieren principalmente a la crianza de gallinas y cerdos. Los ingresos extra prediales son derivados de la venta de mano de obra de las personas más jóvenes que componen el núcleo familiar y que venden su fuerza de trabajo en fincas vecinas o en trabajos en los cascos urbanos para subsidiar algunos gastos de la unidad familiar.

Los costos anuales en que incurren estos sistemas de producción en promedio son de 7,66 SMM, de los cuales el 97% corresponde a la mano de obra de origen familiar que requieren las actividades productivas y el 3% restante es invertido en insumos.

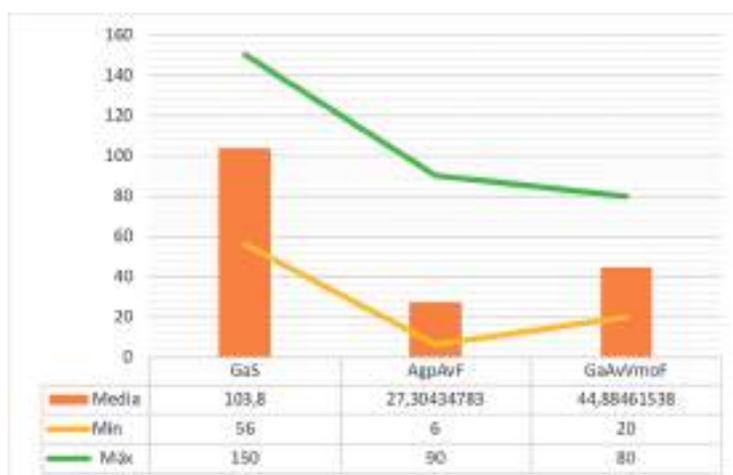
En promedio, se emplean 161 jornales para el desarrollo de las actividades, entre las cuales la ganadería demanda el 67,97%, las especies menores 20,92%, la agricultura el 9,25% y el 1,85% restante corresponde a la explotación de productos del bosque, como maderas en baja proporción.

3.2.2.2 Análisis de las principales variables para las tipologías de la unidad de paisaje de lomerío

Composición por tamaño de predio.

Al hacer un análisis de los sistemas agropecuarios, donde la población rural vive y trabaja, se pueden obtener directrices claras acerca de las prioridades estratégicas a tenerse en cuenta con relación a la estructura de los predios, por ejemplo, los predios de la muestra oscilan entre un mínimo de 6 ha y un máximo de 150 ha (Figura 36). Según los resultados, las tipologías que presentan los rangos de área más altos son las que tienen actividades productivas relacionadas con la ganadería (Figura 26), los predios con áreas de 6 a 30 ha represan el 39,59% y son los sistemas de producción agrícola y que se encuentran más hacia la parte alta de los municipios en estudio.

Figura 36. Composición del tamaño de los predios en las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF).



Fuente: Presente estudio

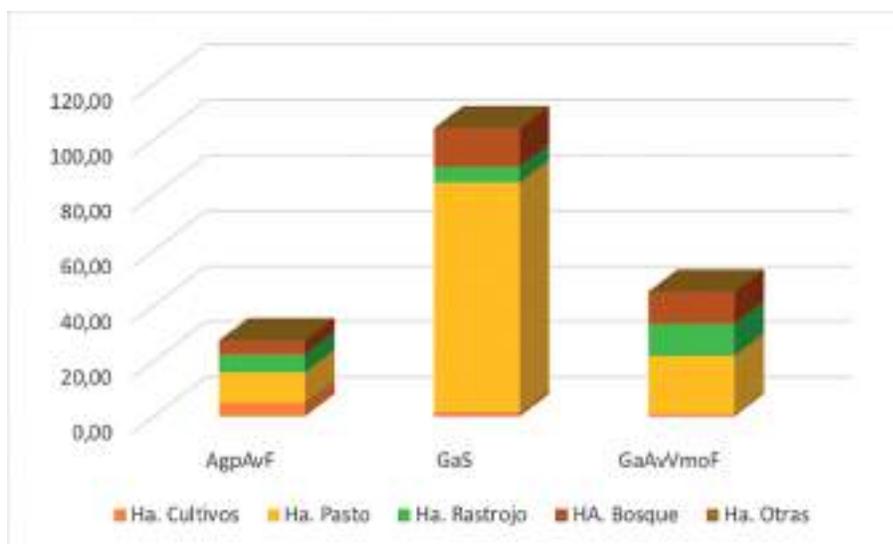
Uso del suelo

Otro de los aspectos que determinan la tipificación y caracterización de los sistemas de producción, es la forma en que se organizan internamente los predios, las preferencias o tendencias a través del tiempo, la intensidad o presión ejercida a los recursos naturales y el aprovechamiento del bosque con fines productivos. Por tanto, conocer la conformación de los usos del suelo permitirá entender mejor la dinámica de los tipos de fincas. Para efectos de los análisis de cobertura, deberán entenderse algunos conceptos. El área productiva es entendida como la sumatoria entre las áreas dedicadas a cultivos agrícolas y a pastos y es la que está expuesta a procesos de deterioro y erosión de suelos. El área forestal es la que se encuentra aún en bos-

que natural primario o secundario y el manejo que hace el productor de los rastrojos. 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. Teniendo en cuenta y sabiendo que, por lo general en los predios del Caquetá, los usos del suelo dependen en gran manera de la antigüedad del predio, de la zona biofísica (montaña o planicie) en la que se encuentra, de la tendencia dentro de las actividades productivas, de la educación en el manejo de recursos naturales y del rendimiento económico; por tanto, para facilitar el análisis de la cobertura y/o uso del suelo en los sistemas de producción, se establece como punto de referencia, un promedio general de los datos contenidos en la Tabla 23.

Siguiendo el método de media ponderada, la finca típica tendría un área promedio de 58,66 ha y su distribución sería de la siguiente manera: 10,07% en cultivos, 53,38% en pastos, 17,05% en rastrojos, 19,40% en bosques y un 0,06% en otras áreas como cuerpos de agua. En la Figura 37, se puede observar la distribución promedio del uso del suelo para las tres tipologías determinadas. Según la figura se podría inferir que la mayor parte de las fincas fueran de tipo ganadero; sin embargo, como se puede observar en la Tabla 23, cerca del 40% de los predios evaluados se categorizan en tipologías con énfasis agrícolas, las cuales fueron determinadas entre otras variables no solo por el uso del suelo, sino por el principal producto generado en el sistema.

Figura 37. Distribución promedio en hectáreas del uso del suelo en predios de las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF).



Fuente: Presente estudio

Como se mencionó anteriormente, al observar la Figura 37, se identifica claramente que existe una relación mayor de pastos respecto a los sistemas de producción, sin excepción. Asimismo, al comparar las áreas de pastos con relación a las áreas de bosque, es evidente que la única diferencia entre estas áreas se observan en la tipología GaS, sin embargo, también se observa que, en las dos restantes tipologías, esta tendencia disminuye a medida que disminuye la intervención. Esta relación es muy importante pues indica la posibilidad de reorientar los sistemas productivos hacia formas sostenibles de manejo y aprovechamiento del bosque, donde el objetivo es disminuir la presión sobre el recurso considerando ciertas alternativas, como por ejemplo, mejorar el manejo de los sistemas ganaderos con menores requerimientos de área de pasturas, buscar alternativas productivas a partir de la productividad en los cultivos agrícolas con menor uso del suelo, pero sobre todo, que garantice el acceso al mercado.

Composición de pastos

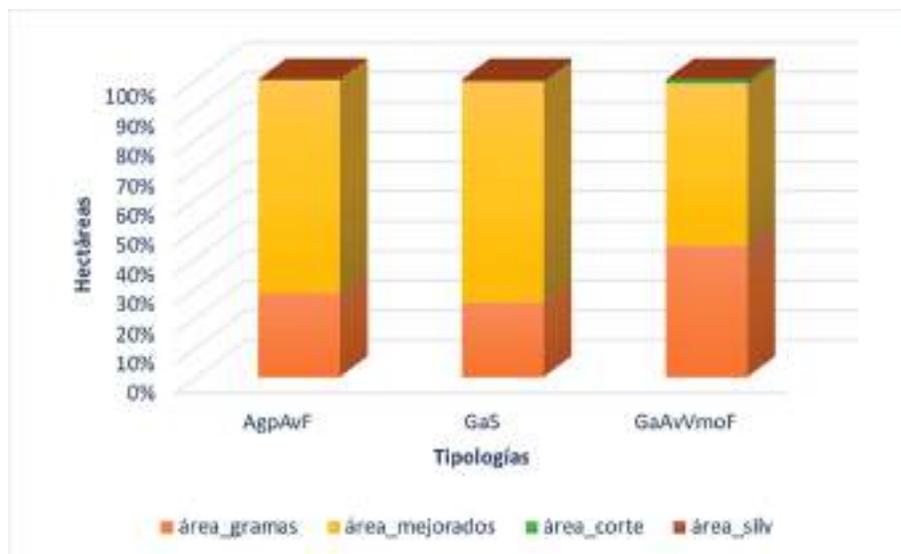
Teniendo en cuenta la variedad de pastos, se observa que las tipologías prefieren emplear pastos mejorados tipo *Brachiaria*, independientemente si las tipologías son familiares o empresariales, se observa también que los productores prefieren las gramas nativas para alimentación temporal del ganado. Por otra parte, los pastos de corte tienen un uso muy bajo en las tipologías de tipo 100% ganaderas y nulo en la tipología que combina la actividad con la agricultura (Figura 38) y los sistemas silvopastoriles no son utilizados en las tipologías AgpAvF y GaAvVmoF y la tipología GaS no alcanza a cubrir media hectárea de suelo con estos sistemas (Figura 38).

Composición de cultivos

En la Figura 39, que la tipología, ganadero semiempresarial (GaS) presenta la mayor área de cultivos anuales, seguido por la tipología ganadero avícola con venta de mano de obra

familiar (GaAvVmoF) con el 51% (Figura 39). Por otra parte, la tipología agropecuaria avícola familiar (AgpAvF) es la que con un 91,30 engloba el total de área de cultivos, principalmente los sistemas agroforestales o asociados (Figura 39). Teniendo en cuenta la distribución de los cultivos en las tipologías halladas en la zona de estudio, se observa que las áreas dedicadas a cultivos anuales como el plátano y yuca son los que predominan dentro de los predios analizados. Los cultivos semestrales (maíz, arroz y hortalizas) solo se encuentran en la tipología GaAvVmoF, en contraste con los monocultivos, donde solo la tipología AgpAvF tiene en este tipo de sistema el 26,41% del suelo cubierto por cultivos de caña y caucho principalmente.

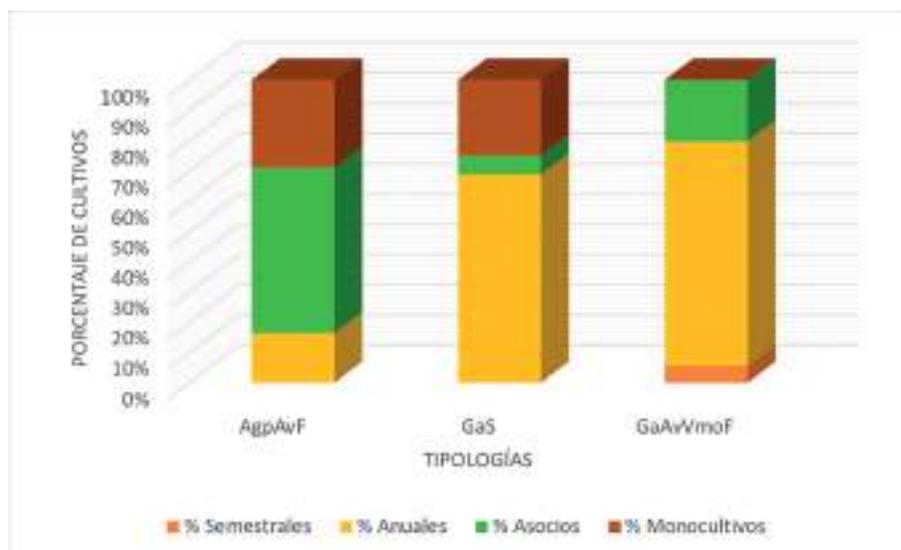
Figura 38. Distribución promedio en hectáreas del uso del suelo en predios de las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF).



*Nota: área_gramas: has de suelo ocupado por gramas, área_mejorados: has de suelo ocupado por pastos mejorados, área_corte: has de suelo ocupado por pastos de corte y área_silv: Área ocupada por sistemas silvopastoriles

Fuente: Presente estudio

Figura 39. Distribución de las áreas empeladas para cultivos en predios de las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF).



Fuente: Presente estudio

Valorización de las coberturas

La valorización de las coberturas tiene mucho que ver con los costos de transformación y adecuación de los arreglos productivos, por tanto, antes de la forma de posesión del baldío por parte del colono, el bosque posee un valor nulo (según el colono) y este se valoriza después de una intervención, ante la posibilidad de ser transferido a un tercero. Es decir, 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. La destrucción de este recurso ante los ojos del colonizador implica costos de adecuación, que incrementan el valor de la tierra. Por otra parte, las áreas de pasto requieren una inversión más fuerte en infraestructura, especialmente cercas y corrales. Es allí donde el suelo adquiere un valor mucho más alto para el productor, comparado con el bosque. Como se puede observar en la Figura 40, la relación del valor de la unidad productiva tiene relación con la actividad productiva. Así, en la tipología agropecuario avícola familiar (AgpAvF), según el productor, una hectárea de cultivo en promedio cuesta 9,93 SMM, en comparación con las tipologías con orientación ganadera, donde el valor de la hectárea, de este tipo de cobertura, en promedio cuesta 5,25 SMM. Por otra parte, el valor percibido por los productores para áreas cubiertas con rastrojos y bosque

es similar para las tres tipologías caracterizadas (Figura 40). Los pastos y las gramas para la crianza de ganado, tienen una percepción de valor que oscila entre 3,65 y 6,70 SMM para las tres tipologías.

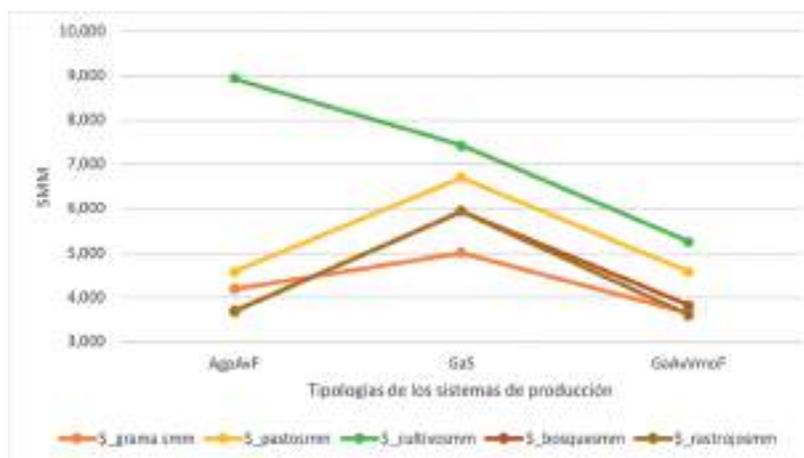
Estructura de los costos

Ingresos brutos

Los datos de ingresos brutos permiten conocer la dinámica de los sistemas de producción. Los valores monetarios son expresados en términos de salarios mínimos mensuales (SMM), que son cuantificados de manera anual. Para los sistemas de producción se identifican ocho variables, de las cuales cuatro se encuentran directamente relacionadas con los sectores productivos: el ganadero, agrícola, especies menores y bosque (Figura 41); las otras consideradas, que para este caso se observan en la Figura 41, como otros, no son propiamente un sector de carácter productivo, sino que constituyen ingresos obtenidos por la unidad familiar.

Al observar en la Figura 41, los ingresos brutos mensuales totales por sistemas, se puede inferir que los mayores montos se encuentran en los sistemas de tipo ganadero, específicamente la tipología, ganadero semiempresarial (GaS). Por otra parte, los sistemas agrícolas y agropecuarios presentan ingresos promedios totales de 25,48 SMM y 20,70 SMM para las tipologías AgpAvF y GaAvVmoF, respectivamente.

Figura 40. Valores promedios de valorización de una hectárea de suelo con diferentes coberturas en predios de las tipologías Ganadero Semiempresarial-GaS, Agropecuario Avícola Familiar-AgpAvF y Ganadero Avícola y Venta de mano de obra-GaAvVmoF.



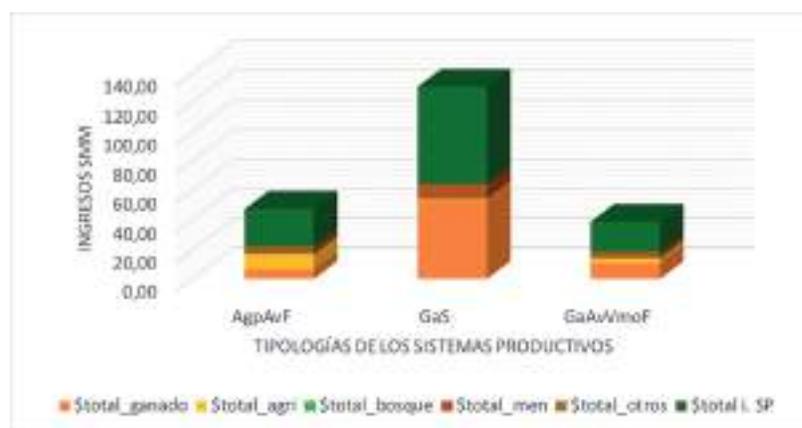
Nota: \$_gramasm: Valor de una hectárea de grama en salarios mínimos mensuales; \$_pastosmm: valor de una hectárea de pasto en salarios mínimos mensuales; \$_cultivosmm: Valor de una hectárea de cultivos en salario mínimo mensuales; \$_bosquesmm: Valor de una hectárea de bosque en salarios mínimos mensuales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

Fuente: Presente estudio

Sector agrícola

La agricultura, dentro de los tres sistemas de fincas es un sector que, a pesar del avance y consolidación de las diversas áreas, sigue desempeñando una función principal de autoabastecimiento para la unidad familiar campesina. Esto tal vez no se deba a una decisión de los campesinos, sino que se encuentra condicionada por la realidad biofísica y del mercado regional. Los renglones productivos más destacados en todos los sistemas de producción son los cultivos de plátano y yuca (Tabla 24), esta producción se realiza tanto en forma de monocultivo como en asocio. Sin embargo existen otras opciones de producción donde se involucra el cacao, el caucho y los mismos cultivos de pan-coger. Como es de esperarse, la tipología AgpAvF que presenta la mayor área de cultivo (Figura 42), es la que registra mayores ingresos por esta actividad (Tabla 24). Los mayores ingresos de agricultura se originan en su mayoría por cultivo de yuca, caucho y plátano y cacao (Tabla 24).

Figura 41. Valores promedios de valorización de una hectárea de suelo con diferentes coberturas en predios de las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF).



*Nota: \$total_ganado: ingreso neto por ganadería; \$total_agri: ingreso neto por agricultura; \$total_bosque: ingreso neto por aprovechamiento del bosque; \$total_men: ingreso neto por especies menores (aves, peces y cerdos); \$total_otros: ingreso por diversas actividades (venta de mano de obra, familias guardabosque, subsidios); \$total i.sp: ingreso total del sistema productivo.

Fuente: Presente estudio

Tabla 24. Distribución del ingreso agrícola para once cultivos presentes en las tipologías de los sistemas de producción caracterizados en la unidad de paisaje de lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania en Salarios Mínimos Mensuales (SMM).

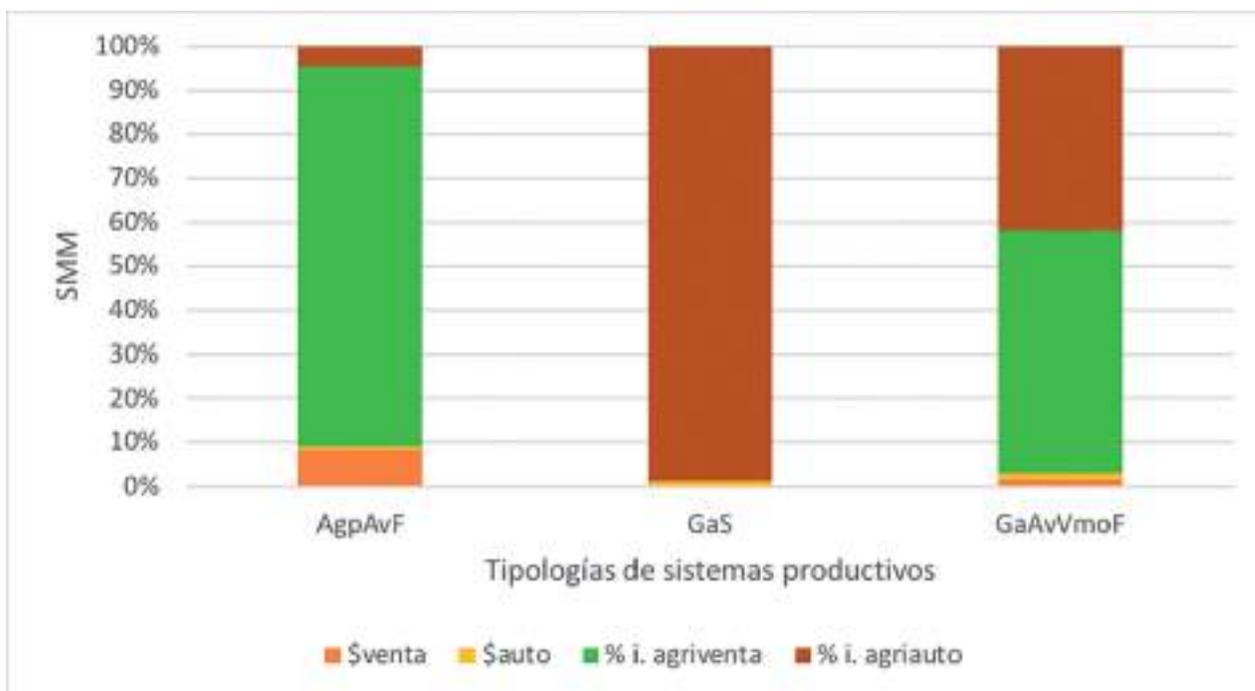
Cultivos agrícolas	Tipologías de sistemas productivos		
	AgpAvF	GaS	GaAvVmoF
Maíz	0,00	0,00	0,09
Arroz	0,00	0,00	0,00
Hortalizas	0,00	0,00	0,00
Plátano	1,50	0,97	1,65
Yuca	104,55	0,31	0,92
Frutales	0,17	0,00	0,02
Tubérculos	0,00	0,00	0,00
Caucho	3,88	0,57	0,00
Cacao	1,72	0,00	0,26
Café	0,00	0,00	0,00
Caña	0,80	0,01	0,00

*Agropecuario avícola familiar (AgpAvF), Ganadero semiempresarial (GaS) y Ganadero avícola y venta de mano de obra (GaAvVmoF).

Fuente: Presente estudio

Según la Figura 42, pareciera que se siembra pensando en la seguridad alimentaria de la familia, más que en un mercado, entre otras cosas, por la falta de infraestructura física de transporte. Sin embargo, las tipologías AgpAvF y GaAvVmoF presentan porcentajes de venta de 95,15 y 57,01 respectivamente, contrastando con la tipología GaS en donde el 100% de la producción agrícola es destinada al autoconsumo.

Figura 42. Valores promedios de ingresos en las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF).



*Nota: \$venta: Valor por venta de productos agrícolas; \$auto: Valor por autoconsumo de productos agrícolas; %i.agriventa: Porcentaje del valor del ingreso por venta de productos agrícolas y \$agriauto: Porcentaje del valor del ingreso de autoconsumo de productos agrícolas.

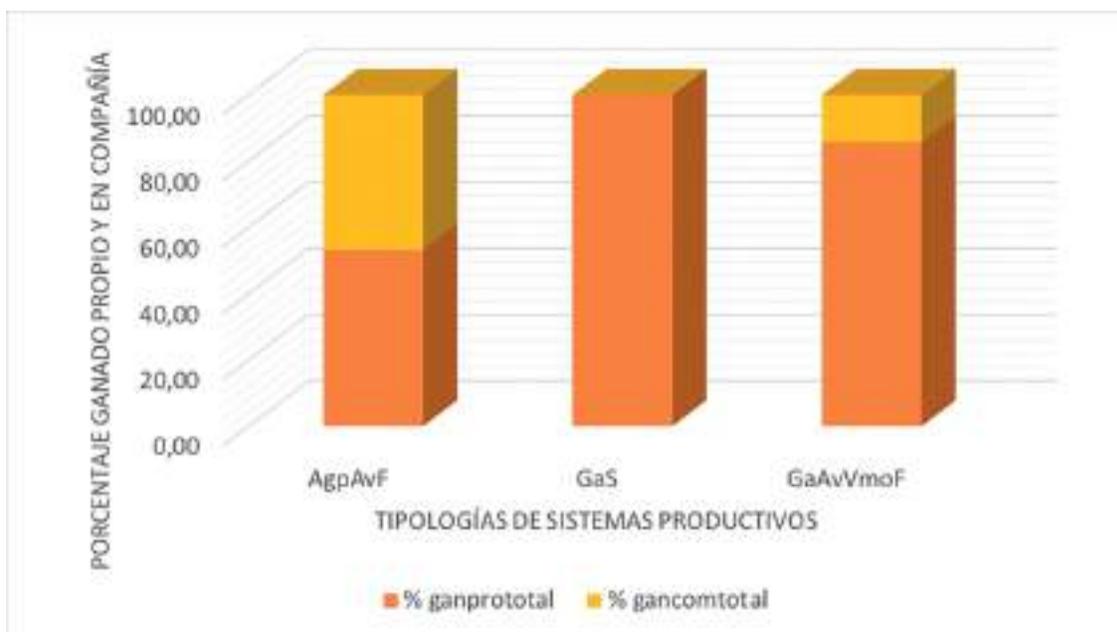
Fuente: Presente estudio

Sector ganadero

El sector de la ganadería es un campo productivo en el cual se identifican renglones bien diferenciados. Corresponde a actividades relacionados con la cría y levante de ganado (venta de bovinos propios y al aumento) y las generadas por la explotación de lácteos (leche y queso). El hato ganadero se encuentra compuesto por un inventario que, desde el punto de vista de la propiedad, solo en la tipología ganadero semiempresarial (GaS), se es absolutamente dueño de los animales y por lo tanto, el 100% de los ingresos corresponden a la unidad productiva. En las tipologías AgAvF y GaAvVmoF, el porcentaje de ingreso por la venta de ganado

propio se encuentra entre 53,23% y 85,74% respectivamente, el restante es compartido con otros propietarios, que a modo de inversión 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. Por otro lado, los rubros que generan ingresos al sistema es la producción de leche, la ceba y la cría de animales, que cumpliendo su ciclo son vendidos o sacrificados para abastecer el mercado de carne en el casco urbano (Figura 43).

Figura 43. Porcentaje de distribución del ingreso por actividades ganaderas en las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra (GaAvVmoF).



*Nota: %ganprototal: Porcentaje de ganado total propio y %gancomtotal: Porcentaje de ganado en compañía

Fuente: Presente estudio

Costos brutos

Una forma complementaria de hacer una caracterización de los sistemas de producción es a través de la evaluación de los costos involucrados en el proceso productivo, para este caso específico se consideran dos grandes tipos de costos y que tienen que ver con la mano de obra e insumos.

Como se puede ver en la Tabla 25, la mayor parte de los costos en todos los sistemas, se generan por la mano de obra requerida para desarrollar las actividades. De las tres tipologías, la AgpAvF es la que presenta el mayor costo de mantenimiento con relación a este aspecto, con el 81,29% (Tabla 25).

Por otra parte, con relación a los insumos requeridos la tipología GaS es la que mayor porcentaje presenta, esto tiene relación con la compra de complementos alimenticios, vacunas, vitaminas y demás requerimientos que son necesarios para el mantenimiento óptimo del hato.

Tabla 25. Distribución de los costos de producción de las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra familiar (GaAvVmoF).

Tipología	\$mo_sptotal	\$intotal_sptotal %	mo_sptotal	% intotal_sptotal	\$_Ctotalsp
AgpAvF	7,51	1,73	81,29	18,71	9,24
GaS	18,56	8,64	68,23	31,77	27,21
GaAvVmoF	6,05	1,61	78,94	21,06	7,67

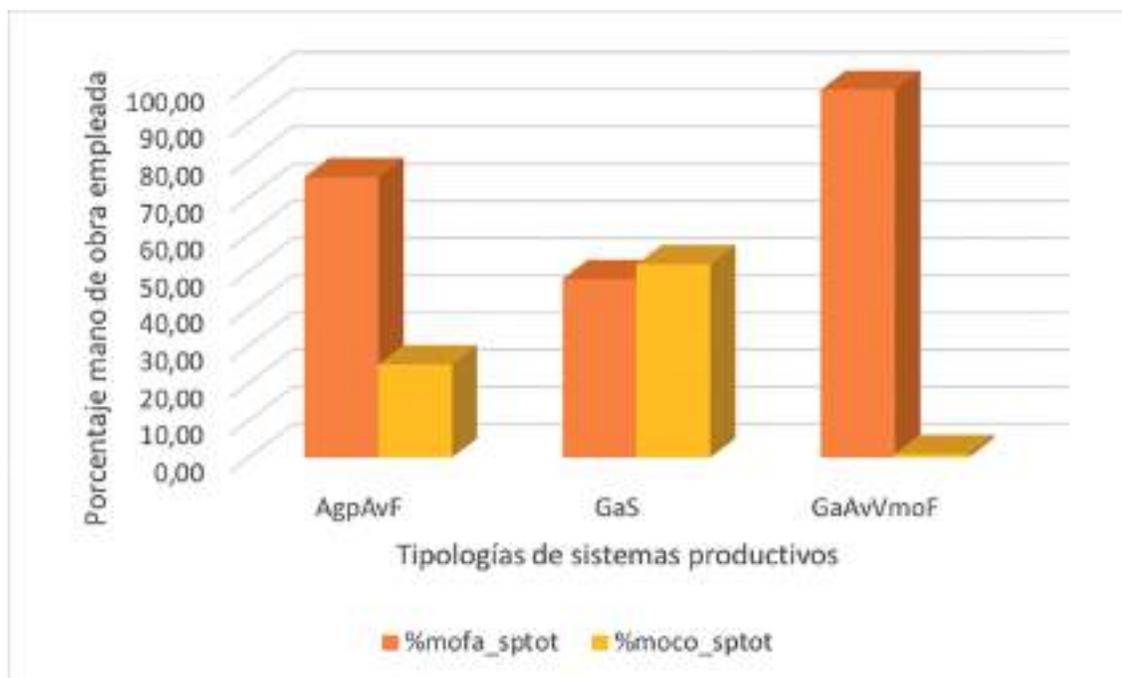
*Smo_sptotal: mano de obra total en salarios mínimos; Sintotal_sptotal: insumos total en salarios mínimos; % mo_sptotal: porcentaje de mano de obra; % intotal_sptotal: porcentaje de insumos \$_Ctotalsp: costo total del sistema en salarios mínimos.

Fuente: Presente estudio

Origen de la mano de obra incorporada

La Figura 44, muestra claramente la tendencia de uso de mano de obra y los costos que esto requiere. Así, la tipología GaAvVmoF, para la realización de las actividades productivas requiere de casi la totalidad de mano de obra de origen familiar, que se traduce a 5,92 salarios mínimos anuales, solo en las tipologías catalogadas como semiempresariales, se observa que la mano de obra contratada es superior.

Figura 44. Porcentaje de distribución de los costos de mano de obra para las actividades productivas en las tipologías, ganadero semiempresarial (GaS), agropecuario avícola familiar (AgpAvF) y ganadero avícola y venta de mano de obra GaAvVmoF).



Nota: *%ganprototal: Porcentaje de ganado total propio y %gancomtotal: Porcentaje de ganado total en compañía

Fuente: Presente estudio



4. Línea base de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas productivos caracterizados en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

4.1 Evaluaciones de la sustentabilidad de los sistemas de producción del departamento del Caquetá

Para evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos es necesario la conceptualización de las dimensiones en la cual se van a trabajar, (Deponti, Eckert, & Azambuja, 2002.); (Zinck, y otros, 2004) mencionan que para llevar a cabo este proceso es necesario tener en cuenta las escalas biofísica, económica, social e institucional que enmarcan el agro ecosistema, así como los indicadores cualitativos y cuantitativos que califican y ordenan la información para su respectivo análisis de sostenibilidad. En ese sentido, la evaluación de la línea base de la sustentabilidad de los sistemas productivos en el departamento del Caquetá está inmersa dentro del marco de evaluación SAFE que permite caracterizar las dimensiones biofísica, socioeconómica e ins-

titucional en niveles jerárquicos, ordenando los indicadores en principios, criterios e indicadores. Sin embargo, para la interpretación de los resultados es necesario estandarizar la información en escalas ordinales.

Estudios realizados por (Duarte, 2005) y (Arias-Giraldo & Camargo, 2007) establecen que para analizar la información de los indicadores de sustentabilidad es necesaria una escala cualitativa que enmarque los valores (1 a 5). Con el objetivo de organizar la información permitiéndole al lector una mejor comprensión del análisis. De acuerdo con lo anterior se presenta en la Tabla 26 la valoración cualitativa de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá.

Tabla 26. Valoración cualitativa de la sostenibilidad de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá.

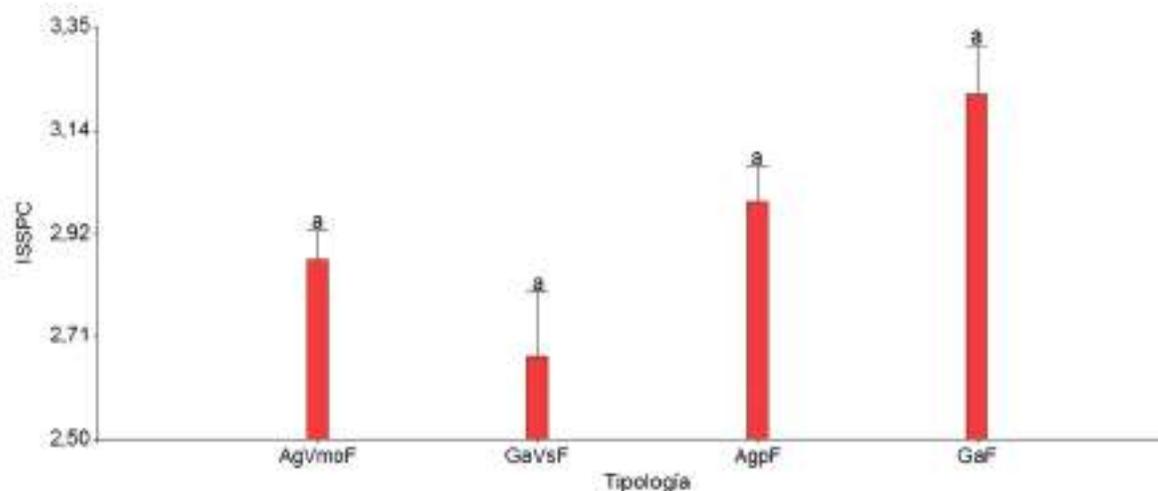
Nivel de sostenibilidad	Índice de sostenibilidad
Sostenible	>4 – 5
Potencialmente sostenible	>3 – 4
Medianamente sostenible	>2 – 3
Insostenible	1 – 2

Fuente: Adaptado de (Arias-Giraldo & Camargo, 2007)

4.2 Sostenibilidad general de los sistemas productivos en la unidad de paisaje de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.

En general, se observó que la sustentabilidad de los sistemas productivos en la unidad de paisaje de montaña, entre los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes del departamento de Caquetá, es de mediana sostenibilidad (3,00). Estos resultados son similares a los que reporta (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015), quienes encontraron en promedio niveles de sostenibilidad medios para la zona de montaña (Figura 45).

Figura 45. Indicador de sustentabilidad general para la unidad de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes del departamento de Caquetá (ISSPC), agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF), ganadero con venta de servicios familiar (GaVsF), agropecuario familiar (AgpF) y ganadero familiar (GaF). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba LSD; $P \leq 0,05$). Las barras representan el error estándar de la media.



Fuente: Presente estudio

El índice de sostenibilidad de los sistemas productivos de Caquetá (ISSPC) no presentó diferencias estadísticamente significativas entre las tipologías agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF) y ganadero con venta de servicios familiar (GaVsF), agropecuario familiar (AgpF) y ganadero familiar (GaF) ($P \geq 0,05$) (Figura 45). Todas las tipologías presentaron valores promedios de 3,00 (Tabla 27), en un rango de 0 a 5 que las ubica en el mismo nivel de mediana sostenibilidad (Tabla 27). Estos resultados explican que en esta zona la intervención no ha avanzado tan rápidamente y que la normatividad con relación a la protección de los recursos, ha sido más estricta y ha permitido que la actividad productiva sea más adecuada, lo que los hace más sostenibles. Es por esto que en estas zonas es donde debe hacer presencia o activarse las acciones institucionales que promuevan y/o propendan la conservación de las formas de uso de los recursos y el mejoramiento de ellas, con el fin de replicarlas en zonas donde se avanza con la intervención productiva, con el fin de hacerlas productivas y sostenibles.

Tabla 27. Medias de indicadores de sostenibilidad con respecto a las tipologías de los sistemas de producción en la unidad de paisaje de montaña en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes del departamento del Caquetá.

Dimensión de la Sostenibilidad	Montaña											
	AgVmoF			GaVsF			AgpF			GaF		
	Media	E.E		Media	E.E		Media	E.E		Media	E.E	
ISMRH	3,83	0,15	ba	4,14	0,25	ab	4,12	0,15	ab	4,45	0,25	b
¡SMRS	3,41	0,12	a	3,67	0,20	a	3,25	0,12	a	3,33	0,20	a
ISMAG	3,00	0,15	ab	2,50	0,25	a	3,44	0,15	b	3,00	0,25	ab
ISMECOM	3,06	0,07	a	3,00	0,13	a	3,06	0,08	a	3,00	0,13	a
ISMESOC	2,41	0,13	a	2,17	0,22	a	2,88	0,14	b	3,33	0,22	b
ISMEINST	2,88	0,27	a	2,67	0,45	a	2,75	0,27	a	3,33	0,45	a
ISSPC	2,88	0,08	a	2,67	0,13	a	2,94	0,08	a	3,00	0,13	a

a Error estándar

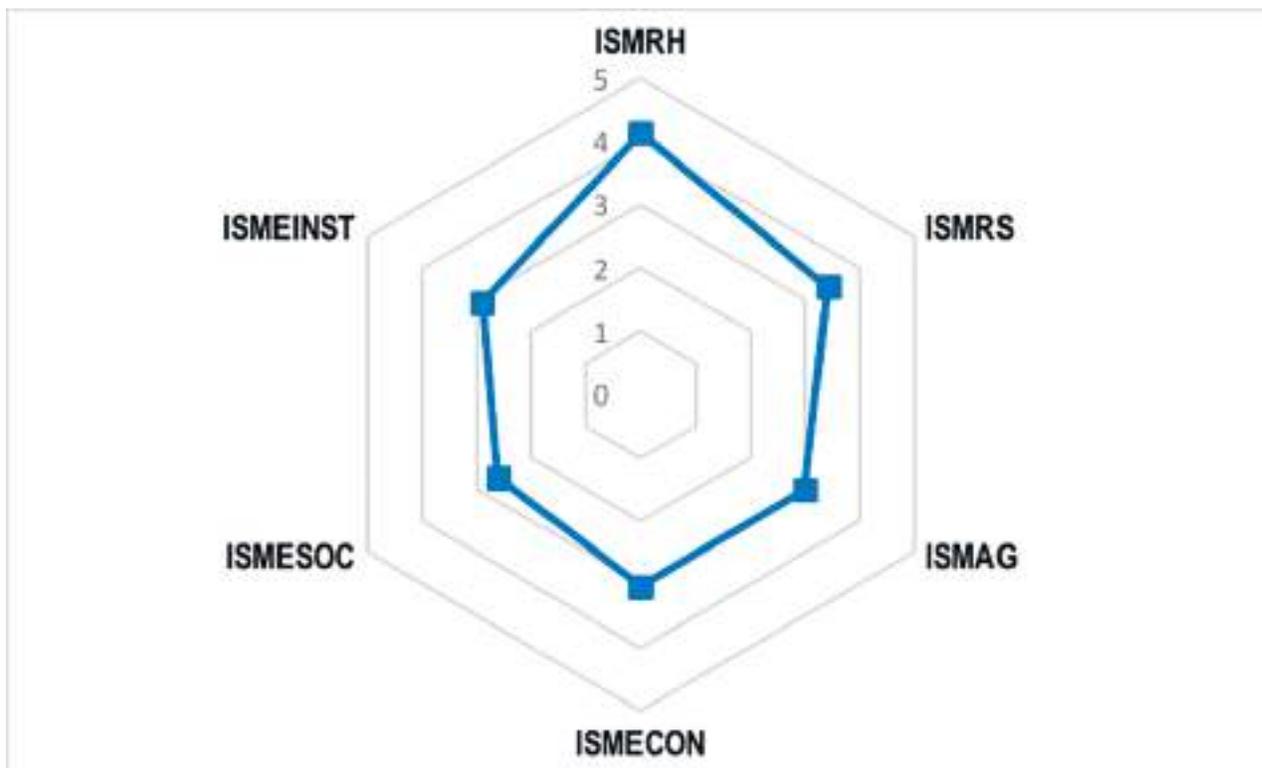
b Valores en cada columna seguidos por la misma letra, no difieren estadísticamente (Prueba LSD, $P < 0,05$)

Nota: Indicador de sustentabilidad hídrico (ISMRH), indicador de sustentabilidad edáfico (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMAG), indicador de sustentabilidad económico (ISMRECO), indicador de sustentabilidad social (ISMRSOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMRIINST) e indicador de sustentabilidad del departamento de Caquetá (ISSPC).

Fuente: Presente estudio

Teniendo en cuenta el total de predios muestreados, podemos observar que la mayor sostenibilidad de los sistemas productivos ubicados en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes, está relacionado con el indicador de mantenimiento del recurso hídrico (ISMRH), con un valor de sostenibilidad de 4,00. Por su parte los indicadores de mantenimiento del recurso suelo (ISMRS), mantenimiento agronómico (ISMAG), mantenimiento institucional (ISMEIST) e indicador social (ISMESOC) registran los menores niveles de sostenibilidad con valores de 3,00 (escala de 0 a 5) (Figura 46), lo que refleja los efectos de la poca o nula articulación de las instituciones en la región con las necesidades de la población, además del desconocimiento de actividades productivas sostenibles por parte de la población, la poca participación de la comunidad con fines organizacionales, lo que trae con ellos una inestabilidad social. Los resultados aquí encontrados concuerdan con los reportados por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015), quienes reportan niveles de sostenibilidad altos para el ISMRH e igualmente insostenibilidad en el ISMEINST.

Figura 46. Distribución de la sostenibilidad según los indicadores evaluados. Nota: Indicador de sustentabilidad hídrico (ISMRH), indicador de sustentabilidad edáfico (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMAG), indicador de sustentabilidad económico (ISMECON), indicador de sustentabilidad social (ISMESOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMEINST).



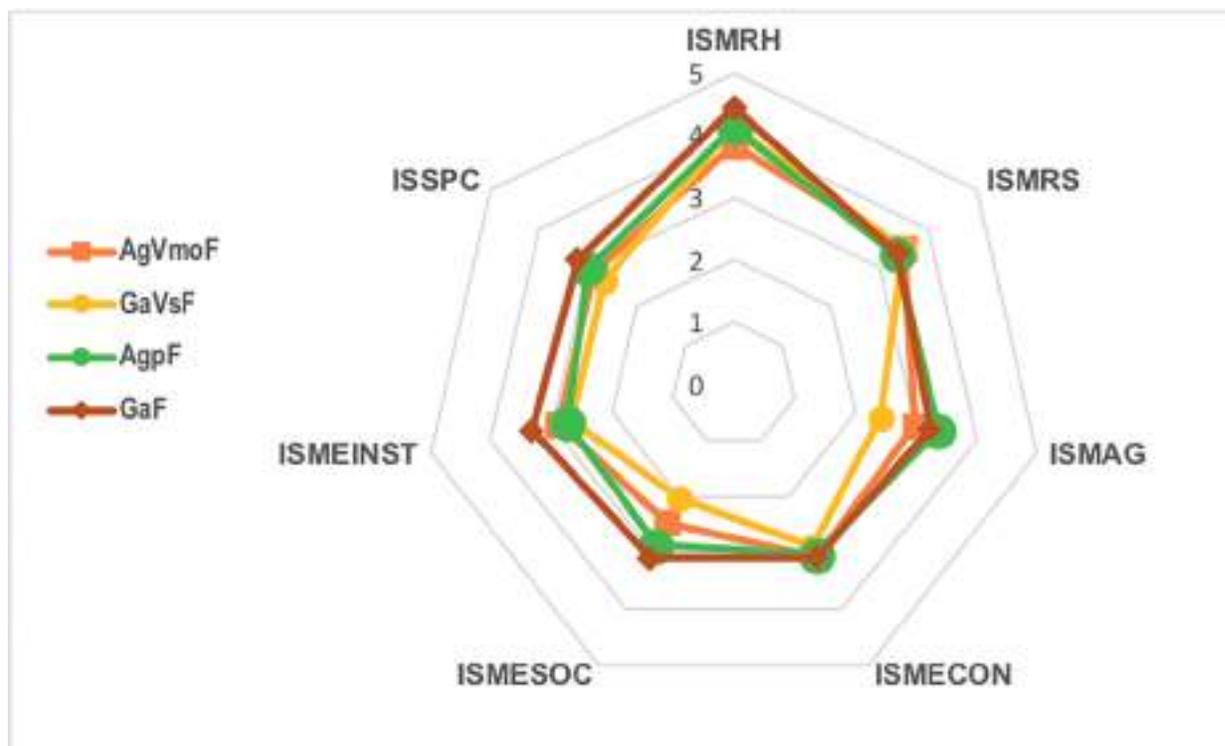
Fuente: Presente estudio

4.2.1 Sostenibilidad de las tipologías evaluadas en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.

Una vez analizado el conjunto de datos mediante la prueba ANAVA LSD Fisher con un nivel de significancia del 5% se establecieron diferencias significativas entre las tipologías ($P \leq 0,05$) para las dimensiones de sostenibilidad agronómica (ISMAG) y social (ISMESOC) (Tabla 28). Estos resultados difieren de los reportados por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015) en su estudio de línea base de indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos en el área intervenida del Caquetá, donde según sus resultados solo hubo diferencia entre las tipologías del estrato de montaña en el indicador de sostenibilidad institucional.

Según la Figura 47, las tipologías GaVsF y AgVmoF, son las que presentan los niveles de sostenibilidad más bajos para la dimensión social (ISMESOC) con valores de 2,00 en una escala de 0 a 5, lo que las ubica dentro de las tipologías insostenibles para este parámetro. Por otra parte, la dimensión hídrica (ISMRH) en las tipologías AgVmoF, GaVsF y AgpF presentan valores promedio de 4,00. Por su parte la dimensión edáfica (ISMRS) muestra niveles de sostenibilidad de 3,00 en la utilización de estos recursos, puntuación en todas las tipologías.

Figura 47. Distribución general de la sostenibilidad de los sistemas productivos tipificados en el paisaje de Montaña. Indicador de sustentabilidad hídrico (ISMRH), indicador de sustentabilidad edáfico (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMAG), indicador de sustentabilidad económico (ISMRECO), indicador de sustentabilidad social (ISMRSOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMRIINST). Agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF), ganadero con venta de servicios familiar (GaVsF), agropecuario familiar (AgpF) y ganadero familiar (GaF).



Fuente: Presente estudio

En el indicador de sustentabilidad hídrico, se presentaron diferencias significativas en el principio de recurso hídrico (este comprendido como la protección de las fuentes de agua por vegetación ripiara, cercas y el manejo del estiércol del ganado), en la tipología ganadera con venta de servicios familiar (GaVsF) que presentó mediana sostenibilidad con un valor de (2,80), esto se debe a que estos sistemas en su mayoría son de tipo extensivos donde se permite el acceso del ganado a las fuentes hídricas, ya que estas hacen parte de los potreros como bebederos para los animales. Por otra parte la tipología agropecuaria familiar (AgpF), mostró valores de sostenibilidad (4,00) como se observa en la Tabla 28 y Figura 48; esto se puede deber a que la actividad ganadera se combina con la actividad agrícola, siendo esta la más representativa en este sistema, además los predios de esta tipología se encuentran en su mayo-

ría en la zona de conservación de cordillera, lo que les impide hacer uso inadecuado del recurso hídrico.

Así también, los principios de función del recurso suelo y compactación no presentaron diferencias significativas entre tipologías. Con relación a la compactación del suelo la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF) fue la que presentó el mayor nivel de sostenibilidad (Figura 38), contrastando con la tipología AgpF que presentó el valor más bajo, lo que hace que la sostenibilidad para esta tipología sea considerada media (3,00) (Tabla 28). Esto se debe al pisoteo del ganado en espacios reducidos y al proceso lento en el que el suelo se recupera de estos largos periodos sometidos a estas presiones. Los predios evaluados en las cuatro tipologías presentaron valores de media y potencialidad de sostenibilidad en

el indicador de mantenimiento del recurso suelo y prácticas de conservación, como se muestra en la figura 48. La fertilidad química del suelo presentó en general promedio de 2,00 (insostenibilidad) en los 45 predios de las cuatro tipologías evaluadas en la unidad de montaña. Finalmente, el indicador de mantenimiento del recurso suelo (ISMRS) no presentó diferencias significativas entre tipologías ($P \geq 0,05$) y los grupos de fincas AgVmoF, AgpF y GaF presentaron mediana sostenibilidad (Tabla 25).

El indicador de mantenimiento del recurso agronómico (ISMRA) presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) con relación a los demás indicadores, sin embargo, entre tipologías no hubo diferencias ($P > 0,05$) y el nivel de sostenibilidad de estas tipologías se ubicó en mediana sostenibilidad según las Tabla 28. El principio de sostenibilidad estado agronómico del cultivo presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las tipologías (Tabla 28), donde la tipología GaVsF presentó valores promedio de insostenibilidad, esto debido a que en esta tipología las áreas de

cultivos son muy escasas y los cultivos que hay no son de interés económico para los propietarios de los predios. Finalmente, el principio de mantenimiento de la producción que agrupa los indicadores, diversidad de especies de pasto y cultivo, tendencia al monocultivo y reciclaje, no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) y solo la tipología AgVmoF mostró valores de insostenibilidad (Tabla 28 y Figura 48).

Con relación al indicador económico no se presentaron diferencias significativas entre las tipologías ($P > 0,05$) y todas las tipologías en este aspecto se ubicaron dentro de la categoría de medianamente sostenible (Figura 48). El indicador social presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las tipologías (Tabla 28) donde las tipologías AgVmoF y GaVsF que presentan valores de insostenibilidad, y las tipologías AgpF y GaF son medianamente sostenibles. Estas diferencias radican principalmente en los principios de sostenibilidad, conocimiento del sistema productivo y seguridad alimentaria (Figura 48).

Tabla 28. Análisis de varianza de los principios y dimensiones de la sustentabilidad en las tipologías en la unidad de montaña entre los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.

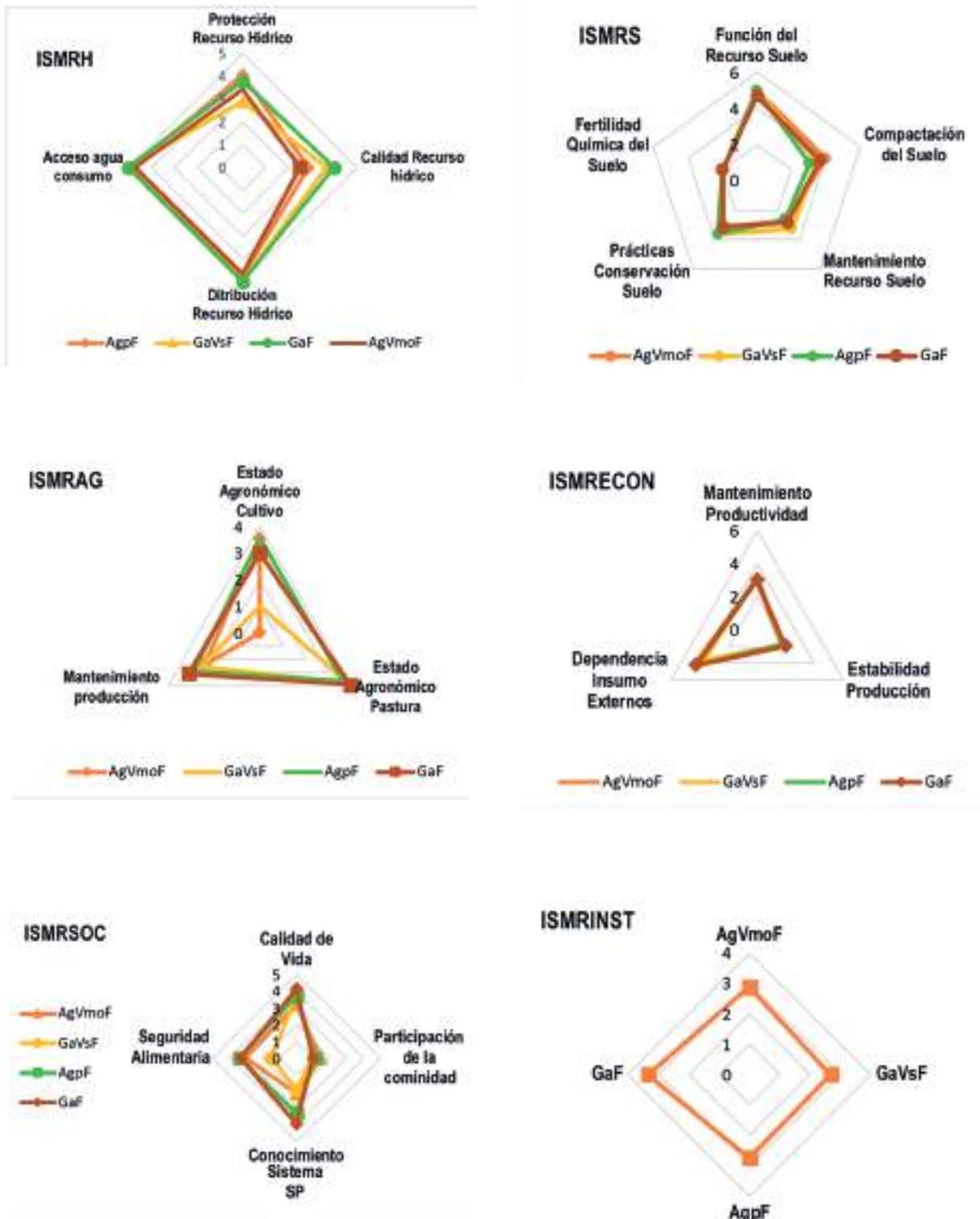
Dimensión de sostenibilidad	Montaña												P-Valor
	AgVmoF			GaVsF			AgpF			GaF			
	Media	E.E.		Media	E.E.		Media	E.E.		Media	E.E.		
Protección recurso hídrico	3,43	0,22	ab	2,89	0,37	a	4,04	0,23	b	3,78	0,37	ab	0,06
Calidad recurso hídrico	2,53	0,45	a	3,67	0,75	a	2,88	0,46	a	4,00	0,75	a	0,31
Distribución del recurso hídrico	4,65	0,19	a	5,00	0,32	a	4,75	0,19	a	5,00	0,32	a	0,69
Acceso del agua para consumo	4,71	0,16	a	5,00	0,27	a	4,81	0,17	a	5,00	0,27	a	0,71
ISMRS	3,82	0,18	a	4,33	0,30	ab	4,25	0,18	ab	4,67	0,30	b	0,09
Función del recurso suelo	5,00	0,07	b	5,00	0,12	b	5,00	0,07	b	4,67	0,12	a	0,08
Compactación del suelo	4,00	0,23	b	3,50	0,38	ab	3,06	0,23	a	3,67	0,38	ab	0,05

Dimensión de sostenibilidad	Montaña												P-Valor
	AgVmoF			GaVsF			AgpF			GaF			
	Media	E.E.		Media	E.E.		Media	E.E.		Media	E.E.		
Fertilidad química del suelo	2,42	0,18	a	1,98	0,30	a	2,25	0,18	a	2,45	0,30	a	0,58
Mantenimiento recurso suelo	2,71	0,14	a	3,26	0,23	b	2,64	0,14	a	2,86	0,23	ab	0,14
Prácticas conservación suelo	3,29	0,20	a	3,67	0,33	a	3,69	0,20	a	3,17	0,33	a	0,38
ISMRS	3,41	0,12	a	3,67	0,20	a	3,25	0,12	a	3,33	0,20	a	0,36
Estado agronómico cultivo	3,71	0,20	c	1,00	0,33	a	3,81	0,20	c	2,83	0,33	b	0,01
Estado agronómico pastura	sd	sd		3,67	0,22	b	3,56	0,14	b	3,83	0,22	b	0,01
Mantenimiento producción	2,42	0,20	a	2,58	0,34	a	2,89	0,21	a	3,10	0,34	a	0,25
ISMIRAG	3,00	0,15	ab	2,50	0,25	a	3,44	0,15	b	3,00	0,25	ab	0,02
Mantenimiento productividad	3,01	0,01	a	3,17	0,15	a	3,15	0,09	a	3,03	0,15	a	0,65
Estabilidad producción	1,73	0,12	a	1,80	0,19	a	1,78	0,12	a	1,97	0,19	a	0,77
Dependencia insumos externos	4,50	0,20	a	3,75	0,33	a	4,22	0,20	a	4,25	0,33	a	0,29
ISMRECON	3,06	0,07	a	3,00	0,13	a	3,06	0,08	a	3,00	0,13	a	0,95
Calidad de vida	3,22	0,13	a	3,72	0,21	b	3,70	0,13	b	4,13	0,21	b	0,00
Participación de la comunidad	1,47	0,19	a	1,00	0,31	a	1,13	0,19	a	1,00	0,31	a	0,39
Conocimiento sistema SP	2,12	0,24	a	1,92	0,40	a	3,31	0,24	b	3,92	0,40	b	0,00
Seguridad alimentaria	3,06	0,23	b	1,50	0,39	a	3,38	0,24	b	3,33	0,39	b	0,00
ISMRSOC	2,41	0,13	a	2,17	0,22	a	2,88	0,14	b	3,33	0,22	b	0,00
ISMRIINST	2,88	0,27	a	2,67	0,45	a	2,75	0,27	a	3,33	0,45	a	0,69

Nota: Indicador de sustentabilidad de mantenimiento del recurso hídrico (ISMRIH), indicador de sustentabilidad del mantenimiento del recurso suelo (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMIRAG), indicador de sustentabilidad económico (ISMRECO), indicador de sustentabilidad social (ISMRSOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMRIINST).

Fuente: Presente estudio

Figura 48. Distribución de la sustentabilidad de las tipologías, indicador de sustentabilidad hídrico (ISMRH), indicador de sustentabilidad edáfico (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMRAg), indicador de sustentabilidad económico (ISMRECO), indicador de sustentabilidad social (ISMRSOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMRIINST).



Fuente: Presente estudio

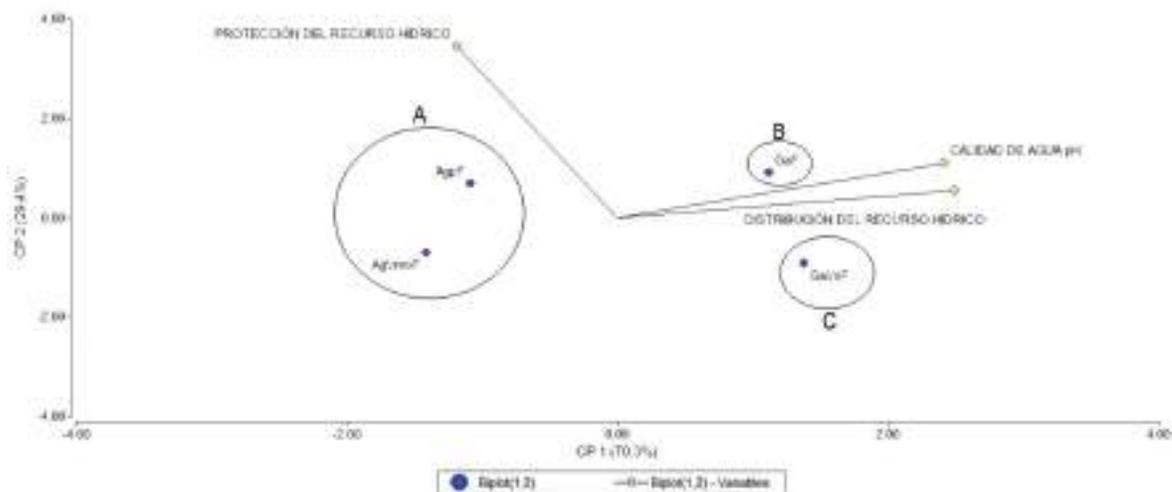
4.2.2 Monitoreo de los indicadores de sustentabilidad a través de la priorización de indicadores resultantes del análisis de componentes principales (ACP).

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales realizado sobre la matriz de correlación indicó, que once componentes aportaron el 83% de la variación total y presentaron raíces características mayores a la unidad. Al analizar los coeficientes de los vectores caracterizados, asociados a los tres primeros componentes, se concluyó que las variables de mayor importancia en su orden fueron: diversidad de macro fauna, moteados, actividad microbiana, margen bruto (MB), comercialización de productos, saturación de aluminio, saturación de bases, calidad de vida y conocimiento del sistema productivo. El ACP permitió eliminar 38 de los 71 indicadores establecidos para la generación de la línea base de la sostenibilidad. En el anexo I se presentan las variables eliminadas por medio del análisis de componentes principales.

El ACP de las variables del indicador de la sostenibilidad hídrica (ISMRH) permitió evidenciar tres grupos (Figura 49). Las tipologías AgpF y AgVmoF presentaron los mayores valores en relación a la conservación del recurso, sin embargo, se debe tener en cuenta que la calidad y la disponibilidad del recurso para este grupo debe tener acciones puntuales para el mejoramiento de estas características. Por otra parte, la tipología GaF presentó los mejores valores para la calidad del agua y la tipología GaVsF se presenta como la mejor en relación a la distribución del recurso hídrico.

Figura 49. Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de tres variables hídricas asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento de Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.

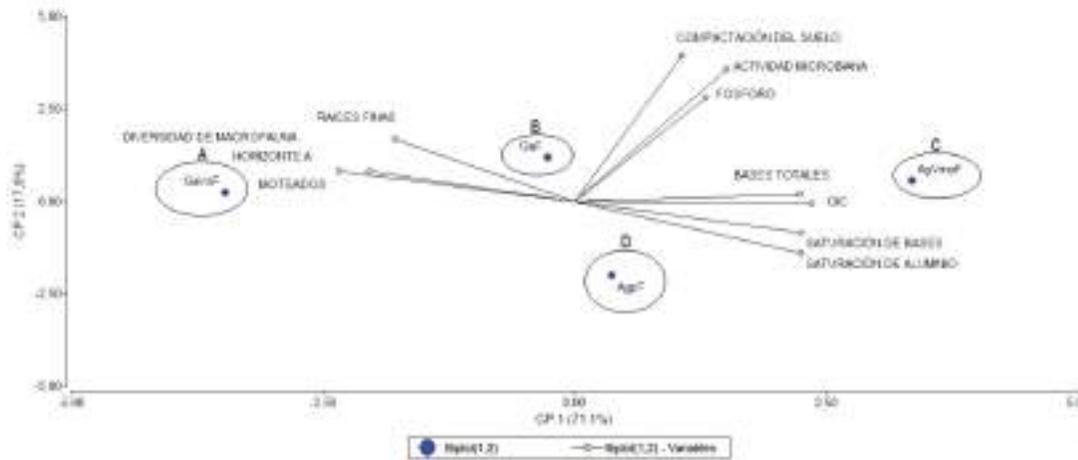


Fuente: Presente estudio

Según la Figura 50, el ACP permitió evidenciar cuatro grupos. En el primer grupo se encuentra la tipología GaVsF que se caracteriza por la mayor asociación con los indicadores moteados, horizonte A, diversidad de macro fauna y raíces finas. En el segundo grupo, se observan la tipología GaF que expresa valores medios para los indicadores compactación del suelo, actividad microbiana, fósforo, raíces finas, moteados, horizonte A, diversidad de macro fauna. En el grupo C está la tipología AgVmoF, asociada con los indicadores de fertilidad química (bases totales, capacidad intercambio catiónico CIC y saturación de aluminio) y en el grupo D, está la tipología AgpF que presenta valores medios de sustentabilidad para los indicadores de fertilidad química.

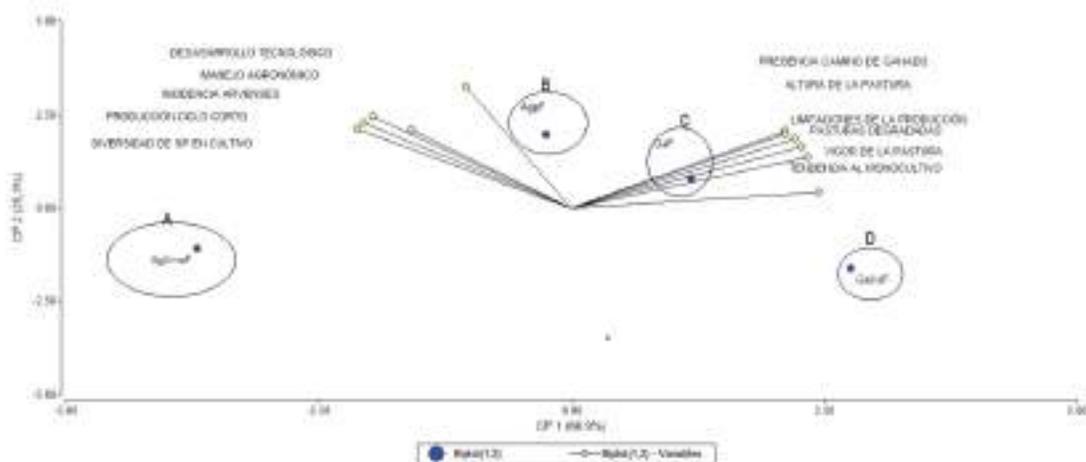
En la Figura 51 se presenta el análisis de componentes principales (ACP) para las variables que componen el indicador de mantenimiento del recurso agronómico, donde la tipología AgVmoF presenta los menores valores de sostenibilidad para los indicadores de tipo ganadero, esto debido a que en la mayoría de predios de este grupo de fincas la unidad de ganado no es significativa. Por otra parte, la tipología AgpF mostró valores medios en relación con los indicadores agrícolas y ganaderos, las tipologías GaF y GavsF están asociadas a los indicadores, presencia de caminos de ganado, vigor y altura de la pastura, limitaciones de la producción, pasturas degradadas y tendencia al monocultivo.

Figura 50. Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de seis variables edáficas asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.



Fuente: Presente estudio

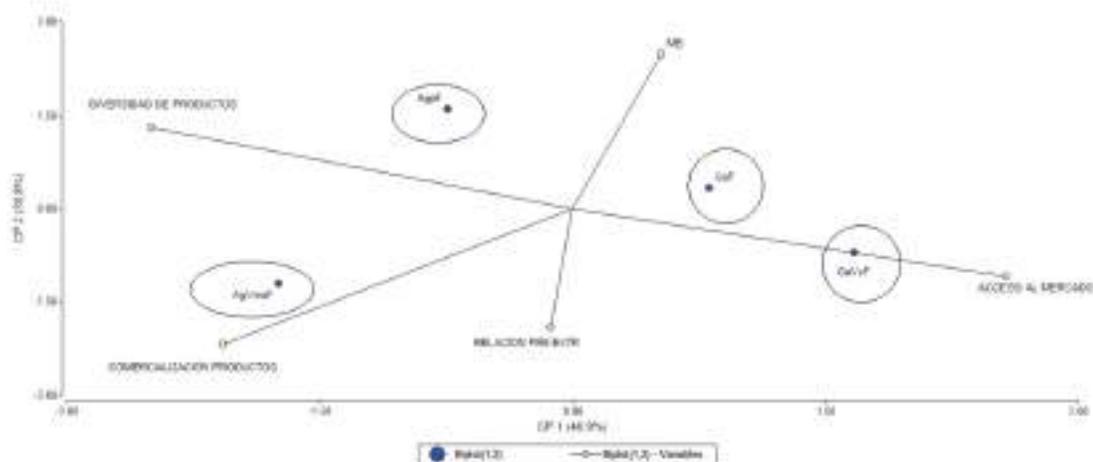
Figura 51. Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de seis variables agronómicas asociadas a las tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.



Fuente: Presente estudio

El análisis de componentes principales (ACP) para las variables que comprenden el indicador de mantenimiento del recurso económico que se muestra en la Figura 52, permitió evidenciar que las tipologías AgVmoF y AgpF se caracterizan por la mayor asociación entre las variables diversidad y comercialización de productos. Las tipologías GaF y GavsF presentan valores medios de sostenibilidad para los indicadores acceso al mercado y margen bruto (MB).

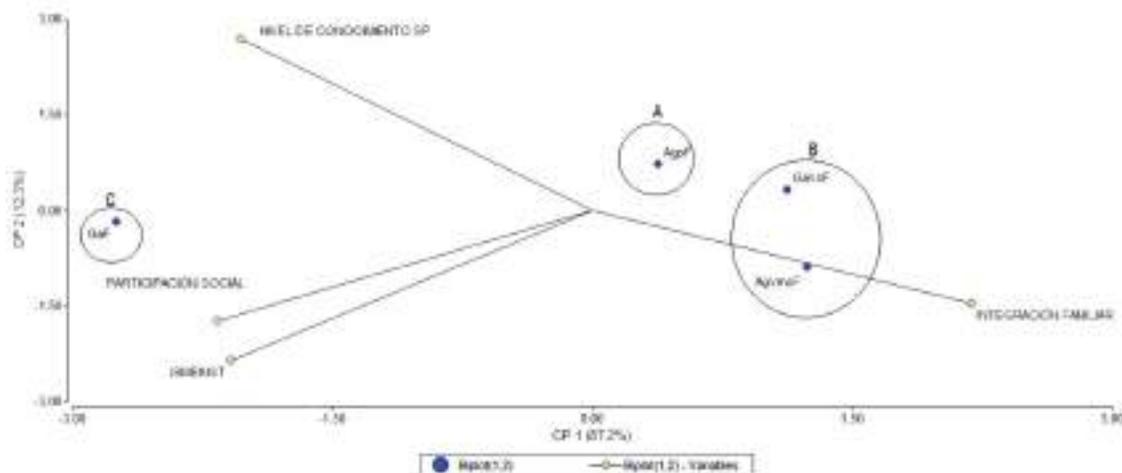
Figura 52. Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de seis variables económicas asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.



Fuente: Presente estudio

El análisis de componentes principales (ACP) para los indicadores de mantenimiento del recurso social e institucional permitió evidenciar tres grupos (Figura 53) los cuales se diferencian principalmente por los indicadores de nivel de conocimiento del sistema productivo, integración familiar, participación social y el indicador de institucionalidad (ISMEINST), la Figura 53, muestra como las tipologías del grupo B, presentan relación al indicador integración familiar; se observa también que las tipologías de este grupo, presentan deficientes valores de sostenibilidad en relación con el indicador participación social e institucional, esto refleja el poco compromiso de los productores por la toma de decisiones en la comunidad, además de la percepción de desentendimiento que tienen los campesinos en relación a las instituciones. Por su parte la tipología AgpF presenta valores medios con relación a los indicadores conocimiento del sistema productivo e integración familiar. Y la GaF que se encuentra más asociada a los indicadores participación social e institucional.

Figura 53. Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de las variables sociales e institucionales asociadas a las cuatro tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.



Fuente: Presente estudio

VARIABLES RELATIVIZADAS

La relativización de los indicadores de sustentabilidad se efectuó con base en las consideraciones metodológicas de (Ríos, 2009), el cual permite darle valores de importancia a algunos indicadores más que otros con el objetivo de observar tendencias que le permitan generar información de los sistemas evaluados.

Como resultado de la reunión interdisciplinaria de los investigadores del Instituto SINCHI y antecedentes previos, se definieron los valores correspondientes a los indicadores de sustentabilidad. En esta reunión se concluyó que el indicador de sustentabilidad económico presenta un valor de (6), el indicador de sustentabilidad social (5) el indicador de sustentabilidad Institucional (4) el indicador de sustentabilidad del suelo (3) el indicador de sustentabilidad hídrico (1) y el indicador de sustentabilidad agronómico (2) de las variables resultantes del proceso del análisis de componentes principales (ACP). A continuación, en la Tabla 29 se presenta las variables relativizadas de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas productivos el departamento del Caquetá.

Tabla 29. Cálculo de los indicadores de sustentabilidad relativizados para las cuatro tipologías evaluadas para la generación de la línea de sustentabilidad.

Estrato	Tipologías	ISMRFH	ISMRS	ISMRAF	ISMRECON	ISMRSOC	ISMRIINST	ISSP
Montaña	AgVmoF	0,67	0,55	0,45	0,37	0,69	0,58	0,55
	GaVsF	0,70	0,46	0,37	0,34	0,71	0,53	0,52
	AgpF	0,75	0,48	0,66	0,37	0,73	0,55	0,60
	GaF	0,81	0,50	0,60	0,37	0,86	0,67	0,63

Nota: Agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF), ganadero con venta de servicios familiar (GaVsF), agropecuario familiar (AgpF), ganadero familiar (GaF). Indicador de sustentabilidad de mantenimiento de recurso hídrico (ISMRFH), indicador de sustentabilidad de mantenimiento de recurso suelo (ISMRS), indicador de sustentabilidad de mantenimiento de recurso agronómico (ISMRAF), indicador de sustentabilidad de mantenimiento de recurso económico (ISMRECON), indicador de sustentabilidad de mantenimiento de recurso social (ISMRSOC), indicador de sustentabilidad de mantenimiento de recurso institucional (ISMRIINST), indicador de sustentabilidad sistemas productivos de Caquetá (ISSP).

Fuente: Presente estudio

Relativizadas las variables se crearon tablas de frecuencias con el programa InfoStat (2013) para el indicador de sustentabilidad general del departamento del Caquetá, con el objetivo de agrupar las tipologías en variables cualitativas (Tabla 30).

Tabla 30. Variables relativizadas de la sustentabilidad de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá.

Nivel de sustentabilidad	Índice de sustentabilidad
Sostenible	> 0.66 - 0.75
Potencialmente sostenible	> 0.58 - 0.66
Medianamente sostenible	> 0.50 - 0.58
Insostenible	0.41 - 0.50

Fuente: Presente estudio

A continuación se presenta la distribución gráfica del indicador general de la sustentabilidad para el departamento del Caquetá con las variables relativizadas del proceso del análisis de componentes principales (ACP), las tipologías AgpF y GaF presentaron valores de potencialidad para la sustentabilidad y las tipologías AgVmoF y GaVsF presentaron valores que las ubican como fincas medianamente sostenibles (Figura 54) de acuerdo a la clasificación del Instituto SINCHI estas tipologías quedaron en esta clasificación debido a los bajos valores en los indicadores sociales, institucionales,

agronómicos. Lo anterior permite concluir que las acciones políticas municipales y departamentales deben priorizar estos sistemas productivos con el fin de generar propuestas agropecuarias que permitan a la población mejorar sus condiciones de vida a través de modelos que promuevan la productividad conservando el ecosistema como recurso natural.

Figura 54. Indicador general de los sistemas productivos relativizados para la unidad de montaña comprendido entre los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes.



Fuente: Presente estudio

4.3 Sostenibilidad general de los sistemas productivos en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

En general, se observó que la sostenibilidad de los sistemas productivos tipificados en la zona de estudio osciló entre 3,00 y 3,17, lo que refiere una mediana sostenibilidad de los sistemas de producción (Tabla 26). El índice de sostenibilidad de los sistemas productivos (ISSPC) no presentó diferencias significativas entre tipologías ($P > 0,05$). Estos resultados concuerdan con los reportados por (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015). El indicador de recurso hídrico no presentó diferencias significativas entre las tipologías ($P > 0,05$) (Tabla 31), sin embargo, los niveles de sostenibilidad para este indicador a nivel general se encuentran como potencialmente sostenibles, lo que difiere de (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2015) quienes reportan

valores de mediana sostenibilidad para los tipos de fincas presentes en esta unidad de paisaje (Figura 55).

Los indicadores de sostenibilidad del recurso suelo, agronómico, económico, social e institucional (ISMRS, ISMAG, ISMECON, ISMESOC e ISMEIST) registran valores medios de sostenibilidad (escala de 0 a 5), lo que refleja los efectos de la poca o nula articulación de las instituciones en la región con las necesidades de la población, además del desconocimiento de actividades productivas sostenibles por parte de la población y la poca participación de la comunidad con fines organizacionales, lo que trae con ellos una inestabilidad social.

Tabla 31. Medidas de indicadores de sostenibilidad con respecto a las tipologías de los sistemas de producción en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania, del departamento del Caquetá Indicadores de sostenibilidad de acuerdo al marco SAFE.

Lomerío									
Indicador	AgpAvF			GaS			GaAvVmoF		
	Media	aE.E.		Media	E.E.		Media	E.E.	
ISMRH	4,67	0,22	ab	4,67	0,31	a	4,56	0,18	a
ISMRS	3,00	0,21	a	4,00	0,30	b	3,33	0,17	ab
ISMAG	3,00	0,21	a	3,00	0,30	a	2,33	0,17	a
ISMECON	2,83	0,18	a	2,67	0,26	a	3,22	0,15	a
ISMESOC	2,50	0,22	a	2,33	0,30	a	2,67	0,18	a
ISMEINST	3,67	0,43	b	3,00	0,61	ab	1,78	0,35	a
ISSPC	3,17	0,10	a	3,00	0,14	a	3,00	0,08	a

a Error Estándar

* Valores en cada columna seguidos por la misma letra, no difieren estadísticamente (Prueba LSD, $P < 0.05$)

Fuente: Presente estudio

Figura 55. Distribución de la sostenibilidad según los indicadores evaluados



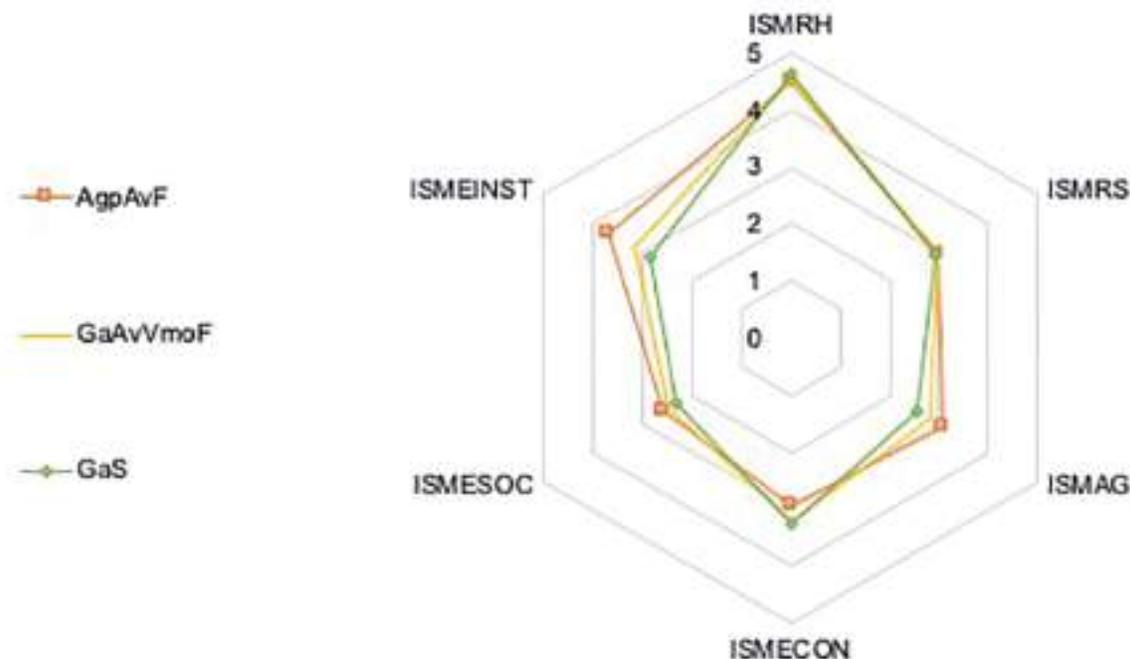
Nota: Indicador de sustentabilidad hídrico (ISMRH), indicador de sustentabilidad edáfico (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMAG), indicador de sustentabilidad Económico (ISMECON), indicador de sustentabilidad social (ISMESOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMEINST).

Fuente: Presente estudio

4.3.1 Sostenibilidad de las tipologías evaluadas en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

La prueba ANAVA LSD Fisher con un nivel de significancia del 5% permitió establecer diferencias representativas entre las tipologías ($P \leq 0,05$) para las dimensiones de sostenibilidad suelo (ISMRS) e institucional (ISMEINST) (Tabla 33). Según la Figura 56, las tres tipologías se muestran potencialmente sostenibles para la dimensión hídrica, mientras que las dimensiones de sostenibilidad suelo (ISMRS), agronómico (ISMAG) y económico (ISMECON) se presentan medianamente sostenibles. El indicador social (ISMESOC) para las tres tipologías, según los datos obtenidos es insostenible.

Figura 56. Distribución general de la sostenibilidad de los sistemas productivos tipificados en la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.



Fuente: Presente estudio

Los principios de sustentabilidad del recurso hídrico (protección del recurso hídrico y calidad del agua) no presentaron diferencias significativas (Tabla 33). En la Figura 57 se observa la distribución de la sostenibilidad para las tres tipologías.

Con relación a los indicadores de mantenimiento de recurso suelo, se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las tipologías AgpAvF con la tipología GaS, con valores medios de $3 \pm 0,21$ y $4 \pm 0,30$ respectivamente (Tabla 33), específicamente para el criterio de compactación del suelo se observa que la tipología AgpAvF presenta uno de los valores más bajos de sostenibilidad, en comparación con las tipologías GaS y GaAvVmoF, esto está relacionado con la actividad ganadera que se adelanta en los tres sistemas. La tipología AgpAvF, son predios en los que el manejo de los potreros y ganados no está definido, por lo que ocupan grandes áreas de suelo para pastoreo de ganado, en comparación con las fincas ganaderas que manejan sistemas de rotación de potreros, por lo que los suelos descansan mientras mantienen la producción (Figura 57).

A nivel general los valores de sostenibilidad de las tipologías para el indicador agronómico (ISMRAAG) no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$), pero el criterio mantenimiento de la producción sí es diferente entre las tipologías AgpAvF y GaAvVmoF (Figura 57), donde los valores de sostenibilidad corresponden a insostenibilidad en los sistemas de producción que se encuentran dentro de este grupo. Por otra parte, los criterios que conforman el indicador de sostenibilidad económico no presentaron diferencias significativas entre tipologías ($P > 0,05$) y los valores de sostenibilidad para este indicador se encuentran entre mediana y potencialmente sostenibles (Figura 57).

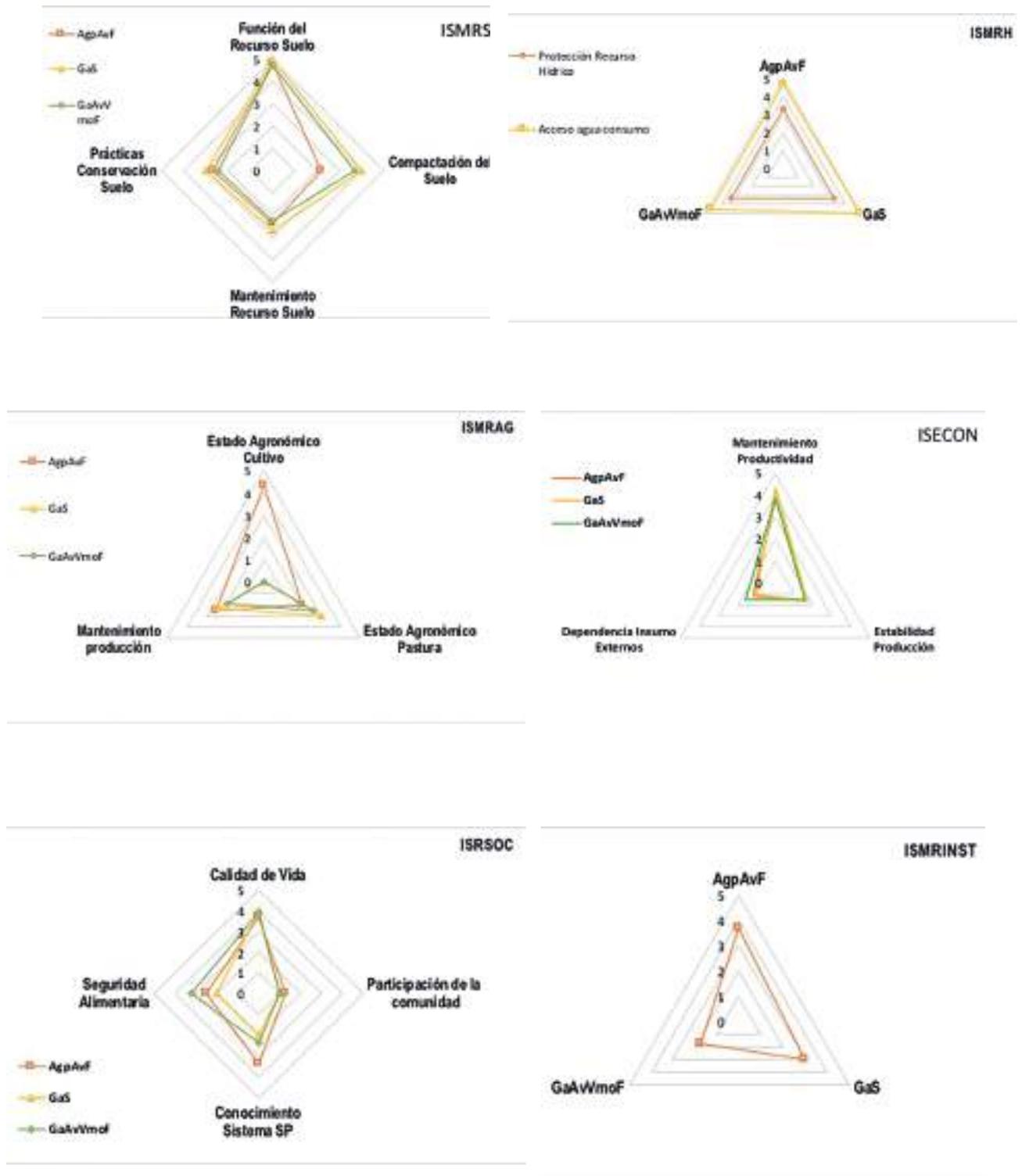
Para el indicador de sostenibilidad social no hay diferencias significativas ($P > 0,05$) y su valor para las tres tipologías corresponde a insostenibilidad (Tabla 32). Finalmente, el indicador de sostenibilidad institucional (ISMRIINST) presentó diferencias significativas entre las tipologías AgpAvF y GaAvVmoF ($P < 0,05$) donde la primera presenta un valor promedio de 4 es decir potencialmente sostenible, mientras que la segunda se muestra insostenible (Figura 57).

Tabla 32. Análisis de varianza de los principios y dimensiones de la sustentabilidad en las tipologías la unidad de paisaje de lomerío en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

Dimensión de la sustentabilidad	Lomerío									P-Valor
	AgpAvF			GaS			GaAvVmoF			
	Media	aE.E.		Media	E.E.		Media	E.E.		
Protección recurso hídrico	3,33	0,39	a	3,33	0,56	a	3,33	0,32	a	0,99
Calidad recurso hídrico	sd	sd		sd	sd		sd	sd		sd
Distribución del recurso hídrico	sd	sd		sd	sd		sd	sd		sd
Acceso del agua para consumo	4,67	0,24	a	5,00	0,34	a	4,67	0,20	a	0,68
ISMRFH	4,67	0,22	a	4,67	0,31	a	4,56	0,18	a	0,90
Función del recurso suelo	4,83	0,16	a	5,00	0,23	a	4,78	0,13	a	0,71
Compactación del suelo	2,17	0,38	a	4,00	0,53	b	3,67	0,31	b	0,01
Mantenimiento recurso suelo	2,33	0,20	a	2,67	0,28	a	2,22	0,16	a	0,41
Prácticas conservación suelo	2,67	0,36	a	3,00	0,51	a	2,44	0,29	a	0,63
ISMRS	3,00	0,21	a	4,00	0,30	b	3,33	0,17	ab	0,04
Estado agronómico cultivo	4,33	0,42	a	sd	sd		sd	sd		0,99
Estado agronómico pastura	2,00	0,56	a	3,00	0,79	a	2,56	0,46	a	0,56
Mantenimiento producción	2,50	0,18	b	2,33	0,26	ab	1,89	0,15	a	0,05
ISMRRAG	3,00	0,21	a	3,00	0,30	a	2,33	0,17	a	0,04
Mantenimiento productividad	3,83	0,40	a	4,33	0,57	a	3,89	0,33	a	0,75
Estabilidad producción	1,67	0,22	a	1,67	0,31	a	1,56	0,18	a	0,90
Dependencia insumos externos	1,17	0,41	a	1,00	0,58	a	1,56	0,33	a	0,29
ISMRECON	2,83	0,18	a	2,67	0,26	a	3,22	0,15	a	0,13
Calidad de vida	3,67	0,34	a	4,00	0,48	a	3,89	0,28	a	0,81
Participación de la comunidad	1,33	0,19	a	1,00	0,21	a	1,00	0,16	a	0,39
Conocimiento sistema SP	3,33	0,46	a	2,00	0,66	a	2,33	0,38	a	0,10
Seguridad alimentaria	2,50	0,51	a	2,00	0,72	a	3,22	0,41	a	0,29
ISMRSOC	2,50	0,22	a	2,33	0,30	a	2,67	0,18	a	0,61
ISMRIINST	3,67	0,43	b	3,00	0,61	ab	1,78	0,35	a	0,01

Fuente: Presente estudio.

Figura 57. Distribución de la sustentabilidad de las tipologías, indicador de sustentabilidad hídrico (ISMRH), indicador de sustentabilidad edáfico (ISMRS), indicador de sustentabilidad agronómico (ISMAG), indicador de sustentabilidad económico (ISMRECO), indicador de sustentabilidad social (ISMRSOC), indicador de sustentabilidad institucional (ISMRIINST).



Fuente: Presente estudio

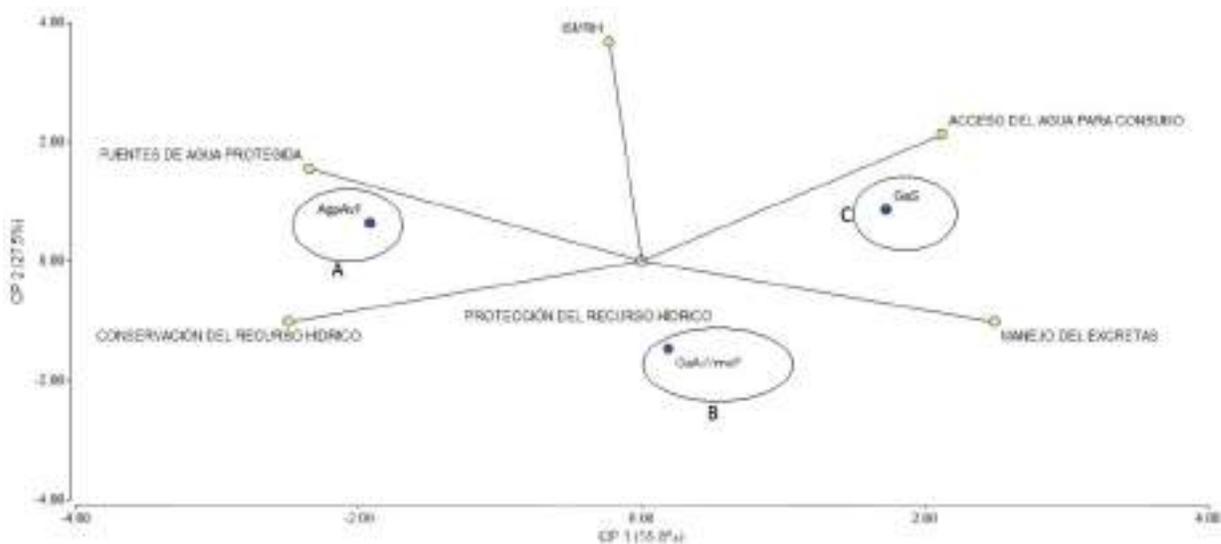
4.3.2 Monitoreo de los indicadores de sustentabilidad a través de la priorización de indicadores resultantes del análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales realizado sobre la matriz de correlación indicó que cuatro componentes aportaron el 86% de la variación total y presentaron raíces características mayores a la unidad. Al analizar los coeficientes de los vectores caracterizados asociados a los cuatro primeros componentes, se concluyó que las variables de mayor importancia en su orden fueron: Conservación del recurso hídrico, fuentes de agua protegidas, manejo de excretas, protección del recurso, acceso para consumo, ISMRH, compactación del suelo, número de lombrices, presencia de raíces finas, mantenimiento del recurso suelo, indicador de sostenibilidad recurso suelo, limitaciones de la producción, pasturas degradadas, tendencia al monocultivo, uso eficiente de los recursos, mantenimiento de la producción, indicador de sostenibilidad de mantenimiento agronómico, relación costo/beneficio, ingreso total familiar, mantenimiento de la producción, dependencia de insumos externos, relación predial/extra predial, indicador sostenibilidad social, calidad de vida, integración familiar, participación de la comunidad, conocimiento del sistema productivo e indicador de

sostenibilidad institucional. El ACP permitió eliminar 42 de los 70 indicadores establecidos para la generación de la línea base de la sostenibilidad; en el anexo 2 se presentan las variables eliminadas por medio del Análisis de Componentes Principales.

El ACP de las variables del Indicador de la Sostenibilidad Hídrica (ISMRH) permitió evidenciar tres grupos (Figura 58). El grupo A conformado por la tipología Agropecuario Avícola Familiar (AgAvF) que presenta los valores más altos para las variables fuentes de agua protegidas y conservación del recurso hídrico y la más baja relación con el manejo de excretas. El grupo B lo conforma la tipología Ganadero avícola Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF) presenta mayor relación con las variables protección del recurso hídrico, conservación del recurso y manejo de excretas, y el indicador general de sostenibilidad (ISMRH) (Figura 58). La tipología Ganadero Semiempresarial (GaS), tiene mayor relación con el acceso de agua para consumo y valores más bajos con relación fuentes de agua protegida conservación del recurso e ISMRH.

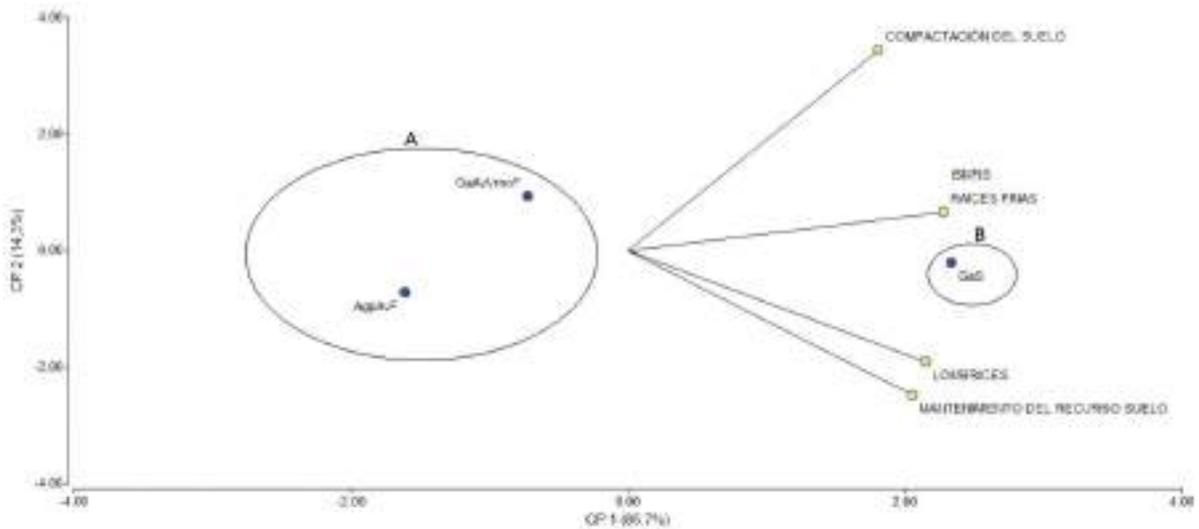
Figura 58. Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de cinco variables hídricas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.



Fuente: Presente estudio

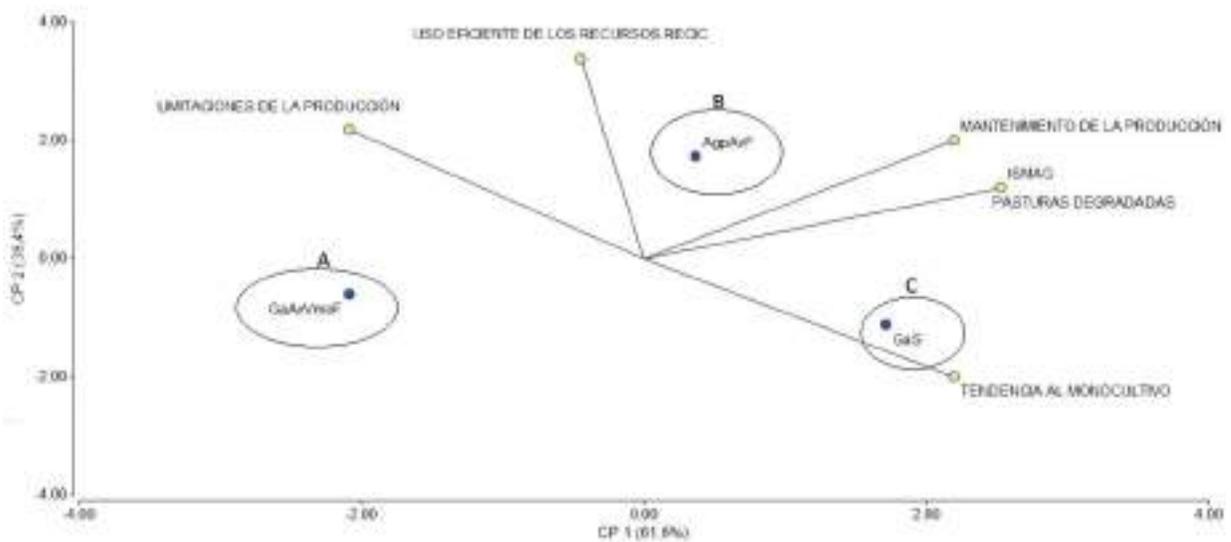
Según la figura 59, el ACP permitió evidenciar dos grupos. En el primer grupo se encuentra la tipología Ganadero Avícola Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF) y Agropecuario Avícola Familiar (AgAvF) que se caracteriza por presentar la menor sostenibilidad en relación a los indicadores compactación del suelo, número de lombrices, mantenimiento del recurso hídrico y el Indicador de Sostenibilidad del Recurso suelo (ISMRS). En el segundo grupo, se observa la tipología GaS que expresa mayor relación para los indicadores compactación suelo, lombrices y raíces finas y el valor más bajo en relación al mantenimiento del recurso suelo.

Figura 59. Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de cinco variables edáficas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.



Fuente: Presente estudio

Figura 60. Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de seis variables agronómicas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.

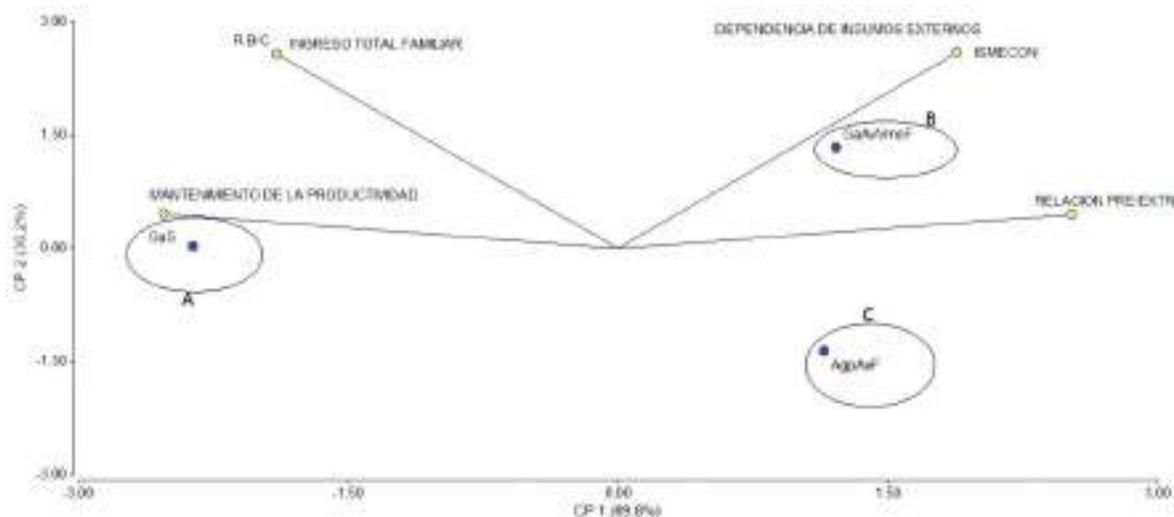


Fuente: Presente estudio

El análisis de componentes principales (ACP) para las variables que comprenden el indicador Mantenimiento del Recurso agronómico permite observar tres grupos (Figura 60), los cuales se diferencian por los indicadores limitaciones de la producción, pasturas degradadas, tendencia al monocultivo, uso eficiente de los recursos, mantenimiento de la producción indicador general agronómico (ISMRA). La figura muestra como en las tipologías del grupo B (AgpAvF) presenta altos promedios en relación al uso eficiente de recursos, mantenimiento de producción a diferencia del grupo A (GaAvVmoF) que presenta los menores valores de sostenibilidad para estas variables, sin embargo, tiene promedios altos para el indicador limitación de la producción. La tipología Ganadero Semiempresarial (GaS) presenta valores altos en relación a la tendencia al monocultivo, pasturas degradadas (Figura 60).

Las variables que comprenden el indicador Mantenimiento del Recurso económico, están conformadas por tres grupos por las diferencias entre los indicadores relación Beneficio/Costo (R B/C), ingreso total familiar, mantenimiento de la productividad, dependencia de insumos externos, relación predial extra predial e Indicador de Sostenibilidad Económico (ISMECON). De acuerdo con la figura 61, se observa que la tipología Ganadero Semiempresarial (GaS) presenta el valor más alto en relación con el indicador mantenimiento de la productividad, relación costo/beneficio y relación predial y extra predial. En contraste con el indicador dependencia de insumos externos. El grupo B conformado por la tipología Ganadero Avícola Venta de mano de obra Familiar GaAvVmoF muestra valores medios para los indicadores seleccionados. La tipología AgpAvF presentan valores por debajo del punto de equilibrio.

Figura 61. Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de cinco variables económicas asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.



Fuente: Presente estudio

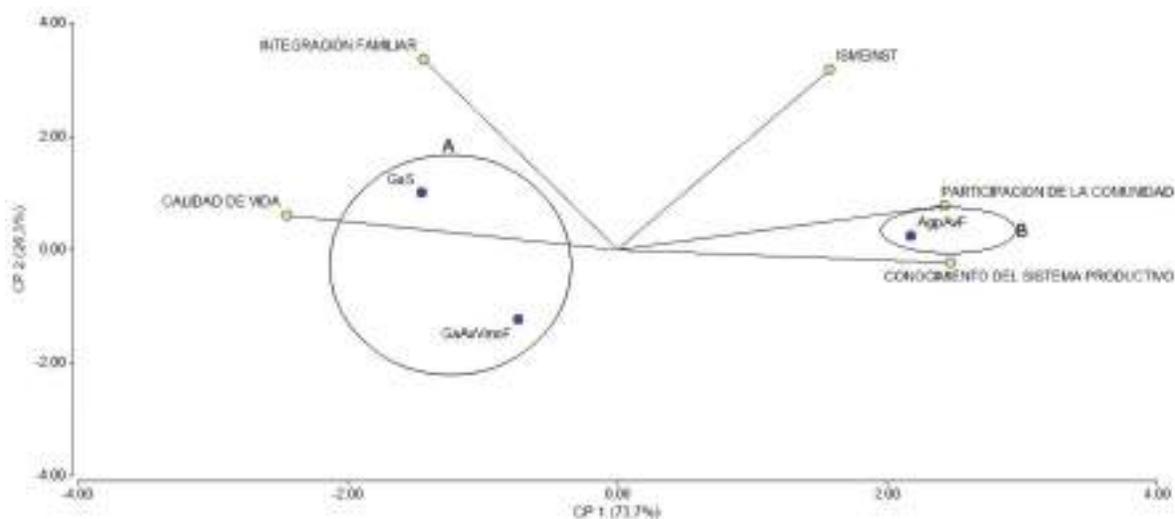
El Análisis De Componentes Principales ACP para los indicadores del Mantenimiento del Recurso Social e Institucional permitió evidenciar dos grupos (Figura 62) los cuales se diferencian principalmente por los indicadores calidad de vida, integración familiar, participación de la comunidad, conocimiento de sistemas productivos e Indicador de Sostenibilidad Institucional (ISMEINST). El grupo A, presenta relación al indicador calidad de vida e integración familiar, se observa también que estas tipologías de este grupo pre-

sentan deficientes valores de sostenibilidad en relación con el indicador participación de la comunidad, conocimiento de sistema productivo e ISMEINST, esto refleja el poco compromiso de los productores por la toma de decisiones en la comunidad además de la percepción de desentendimiento que tienen los campesinos en relación a las instituciones. Por su parte la tipología AgpAvF presenta valores medios con relación a los indicadores conocimiento del sistema productivo e integración familiar.

VARIABLES RELATIVIZADAS

Para la relativización de los indicadores de sustentabilidad se efectuó con base en las consideraciones metodológicas de (Ríos, 2009) el cual permite darle valores de importancia a algunos indicadores más que otros con el objetivo de observar tendencias que le permitan generar información de los sistemas evaluados.

Figura 62. Análisis de componentes principales (Gráficos Biplot) de las cinco variables sociales e institucionales asociadas a las tres tipologías presentes en los sistemas productivos del departamento del Caquetá en los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania.



Fuente: Presente estudio

Como resultado de la reunión interdisciplinaria de los investigadores del Instituto SINCHI y antecedentes previos, se definieron los valores correspondientes a los indicadores de sustentabilidad. En esta reunión concluyeron que el indicador de sostenibilidad económico presenta un valor de (6), el indicador de sostenibilidad social (5), el indicador de sostenibilidad Institucional (4), el indicador de sostenibilidad del suelo (3), el indicador de sostenibilidad hídrico (1) y el indicador de sostenibilidad agronómico (2). De las variables resultantes del proceso del análisis de Componentes Principales (ACP). A continuación, en la Tabla 33 se presentan las variables relativizadas de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas productivos en el departamento del Caquetá.

Tabla 33. Cálculo de los indicadores de sustentabilidad relativizados para las cuatro tipologías evaluadas para la generación de la línea de sustentabilidad.

Tipología	ISMRH	ISMRS	ISMRAg	ISMRECON	ISMRSOC	ISMRIINST
AgpAvF	0,83	0,46	0,67	0,50	0,76	0,73
GaAvVmoF	0,84	0,55	0,37	0,52	0,65	0,36
GaS	0,84	0,59	0,41	0,53	0,77	0,60

Nota: Agropecuario Avícola Familiar (AgpAvF), Ganadero Avícola con Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF), Ganadero Semiempresarial (GaS). Indicador de Sostenibilidad de Mantenimiento de Recurso Hídrico (ISMRH), Indicador de Sostenibilidad de Mantenimiento de Recurso Suelo (ISMRS), Indicador de Sostenibilidad de Mantenimiento de Recurso Agronómico (ISMRAg), Indicador de Sostenibilidad de Mantenimiento de Recurso Económico (ISMRECON), Indicador de Sostenibilidad de Mantenimiento de Recurso Social (ISMRSOC), Indicador de Sostenibilidad de Mantenimiento de Recurso Institucional (ISMRIINST).

Fuente: Presente estudio

Relativizadas las variables se crearon tablas de frecuencias con el programa InfoStat (2013) para el indicador de sostenibilidad general del departamento del Caquetá, con el objetivo de agrupar las tipologías en variables cualitativas.

Tabla 34. Variables relativizadas de la sostenibilidad de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá.

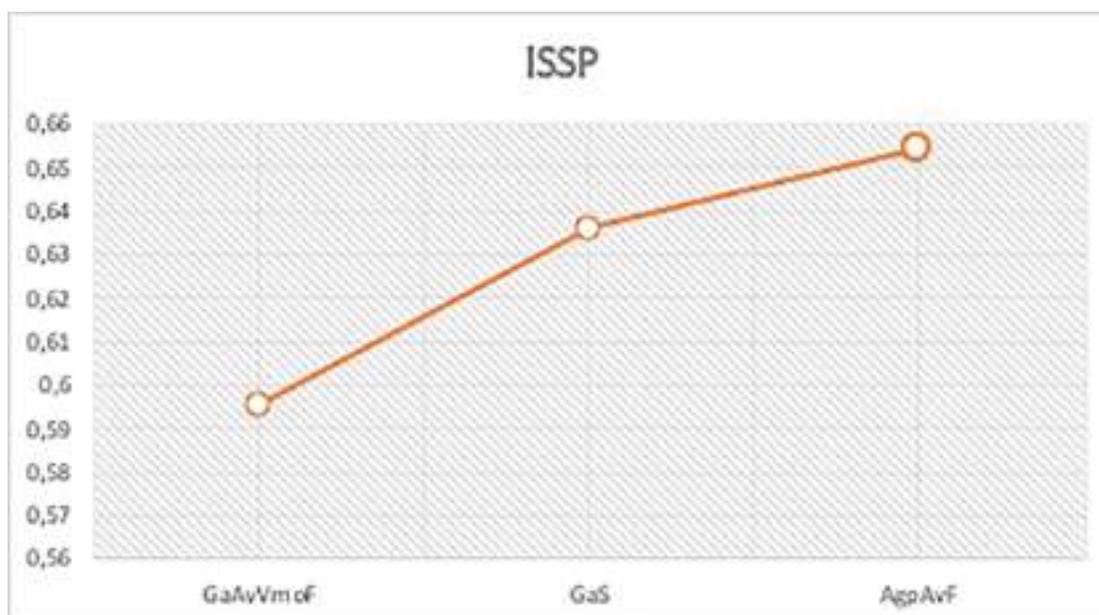
Nivel de sostenibilidad	Índice de sostenibilidad
Sostenible	>0.71 – 0.77
Potencialmente sostenible	>0.64 – 0.71
Medianamente sostenible	>0.58 – 0.64
Insostenible	0.51 – 0.58

Fuente: Instituto SINCHI (2018).

Fuente: Presente estudio

A continuación, se presenta la distribución gráfica del indicador general de la sustentabilidad para las tipologías de la unidad de lomerío con las variables relativizadas del proceso del Análisis de Componentes Principales ACP. Las tipologías Ganadero Avícola Venta de mano de obra Familiar (GaAvVmoF) y Ganadero Semiempresarial (GaS) caracterizadas para esta zona de estudio presentan mediana sostenibilidad (Figura 63) y la tipología Agropecuario Avícola Familiar (AgoAvF) es potencialmente sostenible.

Figura 63. Indicador general de los sistemas productivos relativizados para el paisaje de lomerío del departamento del Caquetá.



Nota: ISSP: indicador de Sostenibilidad de los Sistemas Productivos

Fuente: Presente estudio



5. Conclusiones y recomendaciones

Según los resultados obtenidos, las tipologías determinadas corresponden literalmente con los análisis estadísticos realizados y la radiografía del territorio, lo que demuestra el potencial que tiene el trabajo realizado como insumo o herramienta de gestión en el ordenamiento del territorio y en las posibilidades de actuar en el sector agropecuario del departamento.

Los indicadores propuestos para la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas productivos tipificados en las unidades de montaña y lomerío de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes y Albania fueron: indicador de sostenibilidad de mantenimiento de recurso hídrico (ISM RH), indicador de sostenibilidad de mantenimiento de recurso suelo (ISM RS), indicador de sostenibilidad de mantenimiento de recurso agronómico (ISM RAG), indicador de sostenibilidad de mantenimiento de recurso económico (ISM RECON), indicador de sostenibilidad de mantenimiento de recurso social (ISM RSOC), indicador de sostenibilidad de mantenimiento de recurso institucional (ISM RINST).

El indicador de sostenibilidad del sistema productivo para Caquetá (ISSPC), permitió clasificar las tipologías con la escala sostenible, potencialmente sostenible, medianamente sostenible e insostenible.

El indicador de sostenibilidad del sistema productivo para Caquetá (ISSPC), integra los valores de los indicadores hídrico (ISM RH), indicador suelo (ISM RS), indicador agronómico (ISM RAG), indicador económico (ISM RECON), indicador social (ISM RSOC), indicador institucional (ISM RINST). Y presentó mejor comportamiento en las tipologías Gaf y AgpF, cuyos promedios las califica como sostenible y potencialmente sostenible respetivamente.

El modelo de evaluación de sostenibilidad propuesto es muy versátil y constituye una herramienta de gestión para la planeación, el control y la toma de decisiones en los sistemas de producción.

En la selección de las variables, es importante buscar un equilibrio entre el número de variables que componen los indicadores de sostenibilidad con el fin de generar una tendencia en el cálculo del indicador general y con ello poder cubrir de manera equitativa los aspectos más relevantes a nivel de cada criterio de sostenibilidad en los sistemas productivos.

Los esfuerzos que propendan a mejorar las condiciones de sostenibilidad en los componentes del sistema productivo, deberán estar encaminadas al mejoramiento de las condiciones agronómicas e institucionales sin detrimento de las condiciones sociales y ambientales.

Bibliografía

- ACAMAFRUT. (2012). Estadística Caucho y Cacao departamento del Caquetá. Informe interno. Documento virtual.
- Agenda Unitaria del Caquetá. (2002). Sector productivo rural del Caquetá-Agenda Prospectiva 2002-2012. Florencia, Caquetá, Colombia.: Secretaría de Agricultura de Caquetá.
- Agreda, V. (1988). Tipificación de productores mediante el análisis multivariado. Lima, Perú.: Junta de acuerdo de Cartagena / Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial.
- AGRONET. (2010). Anuarios Estadísticos 2001-2008. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de www.agronet.gov.co.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 64, 17 - 24.
- Arias, J., Balcázar, A., & Hurtado, R. (1990). Caracterización de los sistemas de producción de la ganadería bovina en Colombia. *Revista Coyuntura agropecuaria*, 24, 83-105.
- Arias-Giraldo, L., & Camargo, J. (2007). Análisis de sustentabilidad en unidades productivas ganaderas del municipio de Circasia (Quindío - Colombia), Cuenca del Río La Vieja. *Livestock Research for Rural Development*, 19(10).
- ASOHECA. (2007). Prospectiva económica del caucho en el Departamento del Caquetá. Documento Interno de Trabajo. 105 p. Florencia, Caquetá, Colombia: Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá, Colombia.
- ASOHECA. (2009). Informe Final de Coordinación de Proyectos. Florencia: Documento Interno de Trabajo. Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá, Colombia.
- ASOHECA. (2011). Información estadística de caucho en el Departamento del Caquetá (Colombia). Documento interno de agronegocios. Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá, Colombia. Ed. I. Dussan.
- Baptiste, & Franco. (2009). Revisión de las bases conceptuales de la Política Nacional de Biodiversidad (PNB). Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, Instituto De Estudios Ambientales Para El Desarrollo, Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Dirección de Ecosistemas.
- Bermúdez, R. (2007). El fósforo en las pasturas: un insumo a manejar para mejorar el retorno económico. *Revista INIA*, 12, 11-13.
- Betancurt, P., Rodríguez, L., & Garzón, G. (2015). Línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el departamento de Caquetá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI.
- Buitrago, J. (1990). La yuca en la alimentación animal. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Calderón, N. (2007). Construyendo agenda 21 para el departamento del Caquetá. Bogotá D.E.: Instituto amazónico de investigaciones científicas- SINCHI.
- Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá. (2013). Indicadores Socioeconómicos del departamento del Caquetá en 2012. Cámara de Comercio de Florencia para Caquetá.
- Cárdenas, A. (2007). Análisis de Paisaje: Cobertura Vegetal y Uso del Suelo e Indicadores Biofísicos: Tasas de cambio, representatividad y fragmentación en las Microcuencas Illangama y Alumbre. Quito-Ecuador.: Ecociencia.
- Cárdenas, G. (2000). Desarrollo y validación de metodología para evaluar con indicadores la sostenibilidad de sistemas productivos campesinos de la asociación de caficultores orgánicos de Colombia ACOC. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/fear/mmdes/rur/documents/Cárdenas-ponencia.pdf>.

Bibliografía

Cárdenas, G. I., Gómez, H., & Vásquez, L. (2005). Desarrollo y Validación de Metodología para evaluar con Indicadores la Sustentabilidad de Sistemas Productivos Campesinos de la Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia – Acoc. Trabajo Presentado al Seminario Internacional sobre «Enfoques y Perspectivas de la Enseñanza del Desarrollo Rural», organizado por la Universidad Javeriana en Bogotá. Bogotá.

Cerrada, S. (2014). Análisis de sistemas de producción agroecológica y sus implicaciones económicas en explotaciones campesinas de la Región Sierra de Ecuador. Trabajo de grado para optar el título de Msc. Economía agroalimentaria y del medio ambiente.

Chacín, F. (1999). Avances recientes en el diseño y análisis de experimentos. Maracay – Venezuela.: Universidad Central de Venezuela. Facultad de agronomía.

Chancusig, E. (2010). Desarrollo y Validación de Metodología para Evaluar con Indicadores la Sustentabilidad de Sistemas Productivos Agroecológicos Campesinos. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/indicadores-medir-propuesta-agroecologica/indicadores-medir-propuesta-agroecologica.pdf>: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/indicadores-medir-propuesta-agroecologica/indicadores-medir-propuesta-agroecologica.pdf>

Clavijo, S. (1978). Sugerencias en cuanto al número de muestras requeridas para una estimación adecuada de las poblaciones del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera. Noctuidae). Rev. Fac. Agron. (Maracay). Alcance, 26, 101 - 106.

Comité Departamental de Ganaderos. (2013). Estadísticas de la Ganadería en San José del Fragua. Florencia, Caquetá, Colombia. Comité Departamental de Ganaderos.

CORPOA . (2013). Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2012. . San José del Fragua, Caquetá, Colombia.: Coordinación de Proyectos Ambientales y Agropecuarias-CORPOA.

CORPOAMAZONIA. (2008.). Agenda Ambiental Departamento de Caquetá. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia Colombiana (CORPOAMAZONIA).

Cotto, G. (2012). Evaluación del impacto del uso ganadero y del cultivo de granos básicos en el suelo y agua en la subcuenca Mopán-Chiquibul, Petén, Guatemala. Tesis Msc. CATIE.

DANE. (2012). Cuentas Nacionales PIB2012. . Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. : http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&task=category§ionid=33&id=554&Itemid.

DANE. (2012). Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI, por Total, Cabecera y Resto, según Departamento y Nacional a 30 Junio de 2012. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>

DANE. (2014). Censo ajustado 2014. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/población-y-emo-grafia/censos>.

Deponti, C., Eckert, C., & Azambuja, J. (2002.). Estrategia para construção de indicadores para avaliação de sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável., 3(4), 44-52.

Duarte, N. (2005). Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. Costa Rica: Tesis de maestría en ciencias – agroforestería tropical –CATIE.

Durán, A., & Díaz, O. (2008). Diagnóstico Agroecológico Del Estado Actual De La Sostenibilidad En Los Sistemas Locales De Producción Agraria En Diez Localidades Del Municipio De Darío-Matagalpa. Nicaragua: Tesis ingeniería Agrónoma Universidad Nacional Agraria.

Bibliografía

- Gobernación del Caquetá, & Secretaría de Agricultura. (2006). Documento de Diagnóstico y Plan de Acción de la Cadena Productiva del Cacao y su Agroindustria en el departamento del Caquetá. Contrato de cooperación técnica Número 118/2006. Departamento del Caquetá-AZUA. Gobernación del Caquetá-Secretaría de Agricultura.
- Gómez, J., García, J., & Gutiérrez, A. (2002). Descripción, especialización y dinámica de los Sistemas de Producción Agropecuaria en el Área Intervenida del departamento del Caquetá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Regional 10. .
- Graybill, F., & Kneebone, W. (1959). Determining minimum populations for initial evaluation of breeding material. *Agronomy Journal*, 51, 4-6.
- ICRAF. (2009). Medium Term Plan 2010–2012. Transforming Lives and Landscapes Through Agroforestry Science. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- IDEAM. (2010). Datos Meteorológicos del Departamento del Caquetá. Estaciones: Cartagena del Chairá, Puerto Rico, Santa Rosa del Caguán, Pto las brasas, La Mono, Valparaíso, San José del Guaviare. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. .
- IGAC. (1979). La amazonia colombiana y sus recursos, proyecto radargramétrico del Amazonas. . Bogotá D.E. Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Centro interamericano de fotointerpretación (CIAF), Gobierno de los Paisajes Bajos (Ministerio de Relaciones Exteriores).
- IGAC. (1993). Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá. Programa Investigaciones para la Amazonia-INPA En: Estudios en la Amazonia Colombiana VIA. VIB. VIC y VID (9 Planchas). Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, Programa THOPENBOS-Colombia.
- IGAC. (2010). Caquetá: Características Geográficas. Bogotá. D.C: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Imprenta Nacional de Colombia.
- INCODER; IICA. (2010). Determinación de la Unidades Agrícolas Familiares UAF para el Departamento de Caquetá. Convenio Especial de Cooperación Tecnológica 4. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural Incoder & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA.
- Lammerts Van Bueren, F., & Blom, F. (1997). Hierarchical Framework for the Formulation for Sustainable Forest Management Standards: Principles, Criteria and Indicators. Wageningen. The Netherlands: Tropenbos Foundation.
- León-Velarde, C., & Barrera, V. (2003). Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador. (Boletín Técnico no. 95). Quito: EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.
- Likert L.A. 1932. A technique for measurement attitudes. *Am J Soc*; 33: 529-554.
- Loaiza, C., Carvajal, E., & Ávila, D. (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 17(2), 161 – 179.
- Mahecha, L., Gallego, L., & Peláez, F. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2).
- Mainar, R., Cuesta, P., Méndez, I., Asensio, M., Domínguez, L., & Vazquez Boland, J. (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.
- Martín, B., Gómez, E., & Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible CUIDE*, 3, 229-258.
- Michelsen, H. (1990). Análisis del desarrollo de la producción de leche en la zona tropical húmeda: El caso

Bibliografía

- del Caquetá, Colombia. Documento de trabajo no. 60. Cali, Colombia.: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- MinTrabajo. (2013). Estudio de Perfil productivo Rural y Urbano del Municipio de San José del Fragua. San José del Fragua, Caquetá: Ministerio de Trabajo, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Nieuwenhuys, A., & Aguilar, A. (2010). ¿Cómo evaluar la condición de pasturas?: una guía para técnicos. Matagalpa, NI: CATIE.
- Quiñones, A., & Picasso, V. (2008). Indicadores agroecológicos de sustentabilidad para sistemas de producción a campo natural. Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.
- Ramírez, A., & Seré, C. (1990). *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Documento de trabajo No. 67. . Cali, Colombia: Proyecto colaborativo Nestlé de Colombia, Fondo Ganadero del Valle, Incora, SENA, Universidad de la Amazonía, ICA, CIAT.
- Ramírez, L., Alvarado, A., Pujol, R., McHugh, A., & Brenes, L. (2008). Indicadores Para Estimar La Sostenibilidad Agrícola De La Cuenca Media Del Río Reventado, Cartago, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 32(2), 93-118.
- Ríos, G. (2009). Propuesta para Generar Indicadores de Sostenibilidad en Sistemas de Producción Agropecuaria, para la Toma de Decisiones, caso: Lechería Especializada. Tesis para optar el título de magister en Ingeniería administrativa. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, facultad de minas maestría en ingeniería administrativa.
- Rivas, L., & Holmann, F. (1999). Adopción temprana de *Arachis pintoi* en el Trópico húmedo: El caso de los sistemas ganaderos de doble propósito en el Caquetá, Colombia. *Pasturas Tropicales*, 21(1), 2-17.
- Rodríguez, C., Betancourt, B., Murcia, U., & Garzón, M. (2015). Generalidades del departamento del Caquetá. En B. R. Betancourt, Línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el departamento del Caquetá (Vol. I, págs. 17 -58). Bogotá-Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L., & Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología*, 1, 19 - 28.
- Sauvenier, X., Valckx, J., Van Cauwenbergh, N., Wauters, E., Bachev, H., Biala, K., . . . Peeters, A. (2006). Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems—SAFE. Part I: Sustainable Production and Consumption Patterns. Final Report—SPSD II CP 28. Bruselas, Belgica: Belgian Science Policy.
- Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá. (2010). Evaluaciones agropecuarias 1999-2009. Documento de trabajo. Gobernación del Caquetá.
- Secretaría de Agricultura Departamento del Caquetá. (2011). Análisis de coyuntura del sector agropecuario 2010-2011. Documento de trabajo. Gobernación del Caquetá.
- SINCHI. (2003). Sistemas Productivos del departamento del Caquetá, evaluación económica e impacto ambiental. Línea Estratégica Dinámica y procesos de ocupación en la Amazonia. Informe de circulación Interna. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI.
- SINCHI. (2011). Zonificación ambiental y ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia, creada mediante la Ley 2ª de 1959, en los departamentos de Caquetá y Huila. Informe final, versión 2.0, del convenio 016 de 2010. (Vols. 6 volúmenes, incluye anexo). Bogotá D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Grupo de Gestión de Información Ambiental y Zonificación del Territorio: Amazonia Colombiana - GIAZT.

Bibliografía

- SINCHI. (2013). Caracterización y Tipificación de los Sistemas de Producción en el área intervenida del departamento del Guaviare. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI.
- SINCHI. (2014). Caracterización y Tipificación de los Sistemas de Producción en el área intervenida del departamento del Caquetá. Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI: Bogotá.
- Spiegel, N. (1992). Estadística. México.: Editorial McGraw- Hill. Interamericana de México, S.A. 2da edición.
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., . . . Peeters, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 120, 229–242.
- Villanueva, C., Sepúlveda, C., & Muhammad, I. (2011). Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Vivas, L. (1997). Dinámica poblacional de la sogata del arroz *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: Delphacidae) en el Guárico Occidental. Maracay, estado Aragua.: Tesis de Maestría. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Vivas, L. (2008). Muestreo secuencial del chinche vaneador del arroz, *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) sobre arroz (*Oryza sativa* L.) en Calabozo, estado Guárico. T.Venezuela: Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Zinck, J., Berroterán, J., Farshad, A., Mamen, A., Wokabi, S., & Van Ranst, E. (2004). Approaches to assessing sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 23 (4), 87 – 109.

- Anexo I. Variables eliminadas mediante el análisis de componentes principales (ACP).

Indicador	Variables
Indicador de Sustentabilidad Hídrico (ISMRH)	Fuentes de agua protegida
	Fuentes protegidas del ganado
	Manejo del estiércol
	Acceso al agua para el consumo
Indicador de Sustentabilidad Edáfico (ISMRS)	Función del recurso suelo
	pH
	Carbono orgánico
	Lombrices
	Prácticas de manejo del suelo
Indicador de Sustentabilidad Agronómico (ISMRAAG)	Presencia de carbón
	Vigor cultivo
	Incidencias de plagas y enfermedades
	Manejo fitosanitario
	Vigor de la pastura
	Limitación de la producción
	Vigor de la pastura
	Presencia de arvenses
	Diversidad de especies en pasturas
Uso eficiente de los recursos	
Indicador de Sustentabilidad Económica (ISMRECON)	Relación Costo/Beneficio
	Valor actual neto
	Ingreso agropecuario neto
	Ingreso total familiar
	Dependencia de insumos externos
	Acceso al crédito
	Dependencia mano de obra e insumos
Indicador de Sustentabilidad Social (ISMRSOC)	Calidad de vida
	Participación social
	Asociatividad
	Manejo de residuos sólidos
	Seguridad alimentaria

Anexos

- Anexo 2. Variables eliminadas mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP).

Indicador	Variables
Indicador de Sustentabilidad Hídrico (ISMRH)	Calidad del agua pH
	Distribución del recurso hídrico
Indicador de Sustentabilidad Edáfico (ISMRS)	Función del recurso suelo
	Horizonte A
	Diversidad de macrofauna
	Moteados
	Presencia de carbón
	Actividad microbiana
	Prácticas de manejo del suelo
Indicador de Sustentabilidad Agronómico (ISMRA)	Vigor cultivo
	Incidencias de plagas y enfermedades
	incidencia de arvenses
	Desarrollo tecnológico
	Manejo fitosanitario
	Manejo agronómico
	Producción ciclo corto
Indicador de Sustentabilidad Agronómico (ISMRA)	Estado agronómico agrícola
	Vigor pastura
	Altura pastura
	Presencia de camino de ganado
	Presencia de arvenses
	Estado agronómico pastura
	Diversidad de sp pasturas
Diversidad de sp cultivos	

Indicador	Variables
Indicador de Sustentabilidad Económica (ISMRECON)	Margen Bruto (MB)
	Valor Actual Neto
	Ingreso Agropecuario Neto
	Diversidad de productos
	Comercialización de productos
	Acceso al mercado
	Acceso al crédito
	Estabilidad de la producción
	Dependencia de insumos externos
	Dependencia de mano de obra externa
Indicador de Sustentabilidad Social (ISMRSOC)	Participación social
	Asociatividad
	Nivel de conocimiento del sp
	Manejo de residuos sólidos
	Seguridad alimentaria ISMESOC
Indicador de Sustentabilidad Institucional (ISMRIINST)	ISMRIINST

"El alto grado de heterogeneidad que existe entre las explotaciones agropecuarias que conforman una población, dificulta la toma de decisiones a nivel rural. En tal sentido, al agrupar las explotaciones de acuerdo a sus principales diferencias y relaciones, se busca maximizar la homogeneidad y heterogeneidad de las fincas y facilitar su análisis y, por ende, la toma de decisiones. Este documento generado en el marco del proyecto *"Sustainable development options and land-use based alternatives to: Enhance climate change mitigation and adaptation capacities in the Colombian and Peruvian Amazon, while enhancing ecosystem services and local livelihoods"* presenta la caracterización y tipificación de los sistemas de producción en las unidades de paisaje de montaña y lomerío del Caquetá y se constituye en una herramienta metodológica dentro del enfoque sistémico, ante la necesidad de identificar y analizar las características técnicas y socioeconómicas de los productores agropecuarios y los impactos que el cambio climático pueda tener en sus predios."

ISBN: 978-958-5427-32-7



9 789585 427327