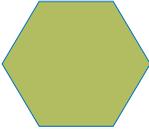


# Sistemas de producción en el medio Caquetá (Cartagena del Chairá) GEF Corazón de la Amazonia





# Sistemas de producción en el medio Caquetá (Cartagena del Chairá) GEF Corazón de la Amazonia



Gutiérrez Rojas, Luis Carlos; Moreno, Carlos Alberto y Barrera García, Jaime Alberto  
Sistemas de producción en el medio Caquetá (Cartagena del Chairá) GEF Corazón de la Amazonia/ Luis Carlos Gutiérrez Rojas, Carlos Alberto Moreno Díaz, Jaime Alberto Barrera García. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2019

1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN 2. CONTROL DE LA DEFORESTACIÓN 3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD 4. CARTAGENA DEL CHAIRÁ (CAQUETÁ) 6. AMAZONIA COLOMBIANA

ISBN 978-958-5427-14-3

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

Primera edición: junio de 2019

**Revisión técnica:** Jader Muñoz Ramos  
Orlando Martínez

**Coordinación de la producción editorial:**

Diana Patricia Mora Rodríguez  
*Jefe Oficina de Comunicaciones*

**Revisión y edición:**

Patricia Téllez Guio

**Corrección de estilo, diseño, diagramación e impresión:**

Imagen Editorial S.A.S.

Reservados todos los Derechos

Disponible en: Instituto SINCHI, Calle 20 No. 5-44 Tel.: 4442084 [www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)

Impreso en Colombia

Printed in Colombia

El presente documento fue elaborado dentro del contexto del Proyecto “GEF - Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia. Componente 3: Programas sectoriales para la sostenibilidad y el manejo del paisaje, Sub-componente C: Estímulo de prácticas de manejo de la tierra y de otros recursos naturales que controlen los principales motores y causas de la deforestación y contribuyan a la restauración de las coberturas en áreas prioritarias identificadas, a la vez que mejoran los medios de vida de la población local”.

Citación sugerida

Gutiérrez, L., Moreno, C. A. y Barrera, J. A. (2019). Sistemas de producción en el medio Caquetá (Cartagena del Chairá) GEF Corazón de la Amazonia. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.



**Luz Marina Mantilla Cárdenas**

Directora General

**Marco Ehrlich**

Subdirector Científico y Tecnológico

**Diego Fernando Lizcano Bohórquez**

Subdirector Administrativo y Financiero

**AUTORES:**

Luis Carlos Gutiérrez

Carlos Alberto Moreno Díaz

Jaime Alberto Barrera García

Equipo Técnico

Marfi Daza

Cindy Gonzáles

John Díaz

Sandra Llanos



# Tabla de Contenido

<b>Prólogo</b>	<b>19</b>	<b>Metodología para la caracterización, tipificación y análisis de la sostenibilidad de los sistemas productivos</b>	<b>33</b>
<b>Introducción</b>	<b>21</b>	<b>Esquema general para la evaluación de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá</b>	<b>33</b>
<b>Generalidades del área de estudio</b>	<b>23</b>	<b>Metodología para la caracterización y tipificación de los sistemas productivos en el municipio de Cartagena del Chairá</b>	<b>35</b>
<b>Ubicación</b>	<b>23</b>	Descripción de la población a estudiar	35
<b>División política</b>	<b>23</b>	Selección de la muestra y construcción del instrumento de recolección de la información	35
<b>Asignación jurídica del territorio</b>	<b>24</b>	Selección de variables para caracterización, tipificación y construcción del instrumento	35
<b>Clima</b>	<b>24</b>	Recolección de información socioeconómica en campo	36
<b>Hidrografía</b>	<b>25</b>	Aplicación de técnicas de estadística univariada y multivariada para la caracterización y tipificación	37
Humedales	25	Conformación y caracterización de grupos	38
<b>Paisajes fisiográficos y suelos</b>	<b>25</b>	<b>Metodología para abordar los indicadores de sostenibilidad</b>	<b>39</b>
Paisaje de montañas estructurales erosionales y/o denudativas	25	Selección de los indicadores de sostenibilidad	40
Paisaje de piedemonte	26	Captura de datos para la obtención de los indicadores de sostenibilidad	40
Paisaje de lomerío	26		
Paisaje de macizo tectónico	27		
Paisajes de valles aluviales o vega	27		
<b>Población</b>	<b>28</b>		
Condiciones de vida	28		
<b>Sistema económico</b>	<b>28</b>		
<b>Nivel organizacional</b>	<b>29</b>		
<b>Actividades y sistemas de producción</b>	<b>29</b>		
Ganadería	29		
Agricultura	30		
Especies menores	31		
<b>Figuras de ordenamiento</b>	<b>31</b>		

Evaluación de los indicadores de sostenibilidad	40	<b>Línea base de los indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos caracterizados</b>	<b>99</b>		
Análisis y discusión de resultados	40				
Selección de los indicadores de sostenibilidad	40				
Obtención de indicadores para generar la línea base de la sostenibilidad en los sistemas productivos tipificados en el municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá	41				
Selección de las fincas para la toma de información de indicadores de sostenibilidad en los predios seleccionados	45				
Descripción de los indicadores de sostenibilidad para generar la línea base de la sostenibilidad	48				
<b>Tipologías de sistemas productivos predominantes</b>	<b>55</b>			<b>Análisis entre los estratos fisiográficos de los sistemas productivos</b>	<b>99</b>
<b>Tipologías caracterizadas de los sistemas de producción</b>	<b>55</b>			Indicador de sostenibilidad general de los sistemas productivos	99
<b>Caracterización del estrato fisiográfico de tierra firme (lomerío)</b>	<b>56</b>			Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso hídrico de los sistemas productivos	101
Tipologías de sistemas productivos en el estrato fisiográfico de tierra firme intervención alta	57			Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso suelo del sistema productivo	101
Tipologías sistemas productivos en el estrato fisiográfico de tierra firme intervención media	65	Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso agronómico del sistema productivo	102		
Tipologías de sistemas productivos en tierra firme intervención baja	77	Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso económico del sistema productivo	104		
<b>Caracterización del estrato fisiográfico de vega</b>	<b>85</b>	Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso social del sistema productivo	104		
Tipologías de sistemas productivos en el estrato fisiográfico de vega	86	Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso institucional del sistema productivo	105		
		Indicador de sostenibilidad del sistema productivo	107		
		<b>Análisis entre los estratos fisiográficos y las tipologías de las dimensiones de la sostenibilidad de los sistemas productivos</b>	<b>107</b>		
		La sostenibilidad hídrica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos	108		
		La sostenibilidad edáfica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos	109		

La sostenibilidad agronómica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos	111	<b>Monitoreo de los indicadores de sostenibilidad a través de la priorización de indicadores resultantes del análisis de componentes principales (acp)</b>	<b>126</b>
La sostenibilidad económica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos	112	Análisis de componentes principales	126
La sostenibilidad social en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos	114	<b>Cadenas de valor y modelo de distribución de beneficios para los productos locales de los usos del suelo para cada tipología a nivel predial</b>	<b>133</b>
La sostenibilidad institucional en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos	114	<b>Marco muestral</b>	<b>133</b>
<b>Análisis de tipologías de los principios de sostenibilidad de los estratos fisiográficos</b>	<b>117</b>	<b>Análisis financiero de los sistemas productivos (primer eslabón de las cadenas agropecuarias de valor en el área del proyecto)</b>	<b>134</b>
La sostenibilidad de las tipologías en el estrato fisiográfico de tierra firme intervención alta	117	Estrato de tierra firme con intervención alta	135
La sostenibilidad de las tipologías en el estrato de tierra firme intervención media	117	Estrato fisiográfico de tierra firme intervención media	140
La sostenibilidad de las tipologías en el estrato de tierra firme intervención baja	121	Estrato fisiográfico de tierra firme intervención baja	148
La sostenibilidad de las tipologías en el estrato fisiográfico de vega	123	<b>Referencias</b>	<b>153</b>



# Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Esquema general del proceso de generación de bases para el monitoreo de los sistemas productivos del departamento del Caquetá	33	<b>Figura 13.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agropecuario con venta de mano de obra familiar	67
<b>Figura 2.</b> Esquema de la metodología propuesta	34	<b>Figura 14.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología agropecuario con venta de mano de obra familiar	67
<b>Figura 3.</b> Principales usos del suelo en la tipología ganadera semiempresarial	58	<b>Figura 15.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias	68
<b>Figura 4.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadera semiempresarial	59	<b>Figura 16.</b> Representatividad de los costos de producción	69
<b>Figura 5.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos	60	<b>Figura 17.</b> Principales usos del suelo para la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar	70
<b>Figura 6.</b> Representatividad de los costos de producción	60	<b>Figura 18.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar	71
<b>Figura 7.</b> Principales usos del suelo para la tipología de ganadero con pancoger y especies menores familiar.	61	<b>Figura 19.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar	72
<b>Figura 8.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar	62	<b>Figura 21.</b> Representatividad de los costos de producción	72
<b>Figura 9.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar	63	<b>Figura 22.</b> Principales usos del suelo para la tipología ganadero familiar y especies menores	74
<b>Figura 10.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias	64	<b>Figura 23.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero familiar y especies menores	74
<b>Figura 11.</b> Representatividad de los costos de producción	64	<b>Figura 24.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero familiar y especies menores	75
<b>Figura 12.</b> Principales usos del suelo para la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar	65		

<b>Figura 25.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos	76	<b>Figura 45.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos	92
<b>Figura 26.</b> Representatividad de los costos de producción	76	<b>Figura 46.</b> Representatividad de los costos de producción	93
<b>Figura 27.</b> Principales usos del suelo para la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar	78	<b>Figura 47.</b> Principales usos del suelo para la tipología agropecuaria familiar	94
<b>Figura 28.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar	79	<b>Figura 48.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agropecuaria familiar	95
<b>Figura 29.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar	79	<b>Figura 49.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología agropecuaria familiar	96
<b>Figura 30.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias	80	<b>Figura 50.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias	97
<b>Figura 31.</b> Representatividad de los costos de producción	81	<b>Figura 51.</b> Representatividad de los costos de producción	97
<b>Figura 32.</b> Principales usos del suelo para la tipología ganadera semiempresarial	82	<b>Figura 52.</b> Indicador de sostenibilidad general para el municipio de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá (isspp)	100
<b>Figura 33.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero empresarial	83	<b>Figura 53.</b> Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso hídrico” (ismrh) en los estratos fisiográficos	101
<b>Figura 34.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero empresarial	83	<b>Figura 54.</b> Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso suelo” (ismrs) en los estratos fisiográficos	102
<b>Figura 35.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos	84	<b>Figura 55.</b> Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso agronómico” (ismrag) en los estratos fisiográficos	104
<b>Figura 36.</b> Representatividad de los costos de producción	85	<b>Figura 56.</b> Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso económico” (ismrecon) en los estratos fisiográficos	105
<b>Figura 37.</b> Principales usos del suelo para la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar	87	<b>Figura 57.</b> Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso social” (ismresoc) en los estratos fisiográficos	106
<b>Figura 38.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar	87	<b>Figura 58.</b> Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso institucional” (ismrinst) en los estratos fisiográficos	106
<b>Figura 40.</b> Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias	89	<b>Figura 59.</b> Distribución de la sostenibilidad de los sistemas productivos de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá	107
<b>Figura 41.</b> Representatividad de los costos de producción	89	<b>Figura 60.</b> Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso hídrico (ismrh) en los estratos fisiográficos y las tipologías	108
<b>Figura 42.</b> Principales usos del suelo para la tipología ganadero familiar	90		
<b>Figura 43.</b> Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero familiar	91		
<b>Figura 44.</b> Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero familiar	92		

<b>Figura 61.</b> Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso hídrico (ismrh) a partir de gráficos radiales	109	<b>Figura 73.</b> Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de tierra firme intervención media	121
<b>Figura 62.</b> Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso suelo (ismrs) en los estratos fisiográficos y las tipologías	110	<b>Figura 74.</b> Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de tierra firme intervención baja	123
<b>Figura 63.</b> Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso suelo (ISMRS) a partir de gráficos radiales	110	<b>Figura 75.</b> Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de vega	125
<b>Figura 64.</b> Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso agronómico (ismragr) en los estratos fisiográficos y las tipologías	111	<b>Figura 76.</b> Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 4 variables hídricas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá	127
<b>Figura 65.</b> Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso agronómico (ismrag) a partir de gráficos radiales	112	<b>Figura 77.</b> Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 10 variables edáficas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá	128
<b>Figura 66.</b> Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso económico (ismecon) en los estratos fisiográficos y las tipologías	113	<b>Figura 78.</b> Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 10 variables agronómicas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá	129
<b>Figura 67.</b> Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso económico (ismecon) a partir de gráficos radiales	113	<b>Figura 79.</b> Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 7 variables económicas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá	130
<b>Figura 68.</b> Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso social (ismrsoc) en los estratos fisiográficos y las tipologías	115	<b>Figura 80.</b> Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 4 variables sociales e institucionales asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá	131
<b>Figura 69.</b> Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso social (ismrsoc) a partir de gráficos radiales	115		
<b>Figura 70.</b> Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso institucional (ismrinst) en los estratos fisiográficos y las tipologías	116		
<b>Figura 71.</b> Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso institucional (ismrinst) a partir de gráficos radiales	116		
<b>Figura 72.</b> Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de tierra firme intervención alta	119		



# Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Áreas por municipio del departamento del Caquetá	24	del municipio de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá	103
<b>Tabla 2.</b> Características de las diferentes unidades de suelos por tipos de paisaje	27	<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de tierra firme intervención alta	118
<b>Tabla 3.</b> Necesidades básicas insatisfechas (nbi) en Cartagena del Chairá	28	<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de tierra firme intervención media	120
<b>Tabla 4.</b> Aspectos seleccionados y grupos de variables empleados en la caracterización y tipificación de los sistemas productivos del departamento del Caquetá	36	<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de tierra firme intervención baja	122
<b>Tabla 5.</b> Principios, criterios e indicadores de sostenibilidad de acuerdo al marco safe	41	<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de vega	124
<b>Tabla 6.</b> Valor de Z obtenido según niveles de confianza seleccionados	45	<b>Tabla 17.</b> Variables eliminadas del análisis de componentes principales	126
<b>Tabla 7.</b> Tamaño de la muestra requerido para un nivel de confianza del 90 %, 95 %, 97,5 % y 99 %	45	<b>Tabla 18.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadería semiempresarial (GaSe)	135
<b>Tabla 8.</b> Predios seleccionados para la evaluación de la sostenibilidad	46	<b>Tabla 19.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de ganadería semiempresarial (GaSe)	136
<b>Tabla 9.</b> Valoración cualitativa de la sostenibilidad de los sistemas de producción	47	<b>Tabla 20.</b> Eficiencia económica del uso del suelo de ganadería semiempresarial (GaSe)	136
<b>Tabla 10.</b> Tipologías de sistemas productivos identificadas en el municipio de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá	56	<b>Tabla 21.</b> Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadería semiempresarial (GaSe)	137
<b>Tabla 11.</b> Medias de indicadores de sostenibilidad con respecto a los estratos fisiográficos de los sistemas de producción del departamento del Caquetá	99	<b>Tabla 22.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta	138
<b>Tabla 12.</b> Medias de indicadores de sostenibilidad con respecto a los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas de producción			

<b>Tabla 23.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta	138	<b>Tabla 34.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	144
<b>Tabla 24.</b> Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta	139	<b>Tabla 35.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	145
<b>Tabla 25.</b> Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta	139	<b>Tabla 36.</b> Eficiencia económica del uso del suelo de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	145
<b>Tabla 26.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	140	<b>Tabla 37.</b> Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	146
<b>Tabla 27.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	141	<b>Tabla 38.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de avícola familiar (AvF)	146
<b>Tabla 28.</b> Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	141	<b>Tabla 40.</b> Eficiencia económica del uso del suelo de avícola familiar (AvF)	147
<b>Tabla 29.</b> Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media	142	<b>Tabla 39.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de avícola familiar (AvF)	147
<b>Tabla 30.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)	142	<b>Tabla 42.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero empresarial (GaE)	148
<b>Tabla 31.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)	143	<b>Tabla 41.</b> Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de avícola familiar (AvF)	148
<b>Tabla 32.</b> Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)	143	<b>Tabla 43.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero empresarial (GaE)	149
<b>Tabla 33.</b> Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)	144	<b>Tabla 44.</b> Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero empresarial (GaE)	149
		<b>Tabla 46.</b> Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja	150
		<b>Tabla 45.</b> Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero empresarial (GaE)	150
		<b>Tabla 47.</b> Rentabilidad económica a nivel predial de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja	151

**Tabla 48.** Eficiencia económica del uso del suelo de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja 152

**Tabla 49.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja 152



# Prólogo

**E**l alto grado de heterogeneidad que existe entre las explotaciones agropecuarias que conforman una población; dificulta la toma de decisiones, por tanto la caracterización y tipificación surge como herramienta metodológica dentro del enfoque sistémico, ante la necesidad de identificar y analizar las características técnicas y socioeconómicas de los productores agropecuarios (Mantilla et al. 2000)<sup>1</sup>. La caracterización no es más que la descripción de las características principales y las múltiples interrelaciones de las organizaciones; en tanto que la tipificación se refiere al establecimiento y construcción de grupos posibles basados en las características observadas en la realidad, por tanto la 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 (Escobar y Berdegué, 1989)<sup>2</sup>.

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI ha venido desarrollado desde el año 2012 un modelo metodológico para

avanzar en la caracterización y tipificación de los sistemas de producción a partir de datos capturados mediante un aplicativo de encuesta predial diseñado para tal fin, análisis que constituye una herramienta esencial para conocer la distribución espacial de estos sistemas productivos, para determinar y cuantificar las características de los componentes que conforman su estructura y para entender las interacciones que definen su funcionamiento. Esta información es un insumo básico para la planificación, ejecución y seguimiento de los proyectos de generación, transferencia de tecnología, capacitación, asistencia técnica.

Por lo tanto, la presente investigación aplicando la metodología existente desarrollada por el Instituto SINCHI, pretende identificar la situación agropecuaria en bajo Caguán municipio de Cartagena del Chaira, Caquetá área de influencia del proyecto GEF Corazón de Amazonia mediante el análisis de los sistemas de producción que coadyuvan a generar lineamientos para orientar decisiones en los procesos de planeación en la definición de alternativas tecnológicas y ambientales que permitan mejorar las condiciones de vida y reconvertir los procesos de intervención inadecuados.

**LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS**

*Directora General*

1 Mantilla, J., Arguello, A., Méndez, H. 2000. Caracterización y tipificación de los productores de cacao del Departamento de Santander. Corpoica. Regional siete. Programa regional de sistemas de producción. 41p.

2 Escobar, G., Berdegué, J. 1990. Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. RIMISP, Santiago de Chile, Chile. 284 p.



# Introducción

Con la presente caracterización y tipificación se busca mejorar el rendimiento de los sistemas de producción predominantes en el municipio de Cartagena del Chairá, en sectores de los núcleos 1 y 2, donde se benefician 23 veredas. Estos sistemas están basados principalmente en la ganadería de doble propósito, la agricultura tradicional de pancoger y cultivos de cacao a pequeña escala con poca producción, donde los colonizadores son quienes realizan la planificación del uso del suelo. Con este estudio se quiere brindar una orientación para la generación de alternativas productivas conformes con las especificidades de la Amazonia.

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi ha venido realizando este tipo de ejercicio desde 1998: el primer diagnóstico de caracterización y tipificación de los sistemas productivos y su impacto ambiental se llevó a cabo en el área intervenida del departamento del Guaviare; en 2003 se realizó en el área intervenida del departamento del Caquetá; y en 2015 se trazó la línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el Caquetá. Teniendo en cuenta las dinámicas de la región y las fuerzas de tipo político, económico, social e institucional que han incidido en las formas de manejo de los recursos en los últimos años, se ve la necesidad de actualizar las tipologías encontradas en el área intervenida en el departamento, y más específicamente en el municipio de Cartagena

del Chairá, y de evaluar la sostenibilidad con el fin de generar la línea base para el monitoreo de los sistemas productivos.

El análisis de los indicadores de sostenibilidad para cada uno de los cuatro estratos fisiográficos y tipologías encontradas en la zona de estudio del proyecto mostró que el indicador de sostenibilidad económico presenta un nivel de insostenibilidad, dado que los costos son mayores que los ingresos, las producciones no se mantienen en el tiempo, se excede la mano de obra y se carece de un mercado que facilite la comercialización de los productos.

Otro indicador importante es el institucional, el cual tiene un efecto negativo debido a la falta de presencia en estas zonas, al conflicto social y a las vías de acceso muy restringidas. Es necesaria la presencia de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales con la formulación de políticas y programas que permitan que las comunidades rurales adopten tecnologías y apunten hacia la optimización de los recursos naturales y la maximización de la productividad por unidad de área.

Los productores, a pesar del conocimiento que tienen acerca de la importancia de la conservación y el manejo de los recursos, la protección de las fuentes hídricas, la conservación de las zonas de amortiguación (ya sean rastrojos o bosques) y la implementación de los sistemas agroforestales, no adoptan estos modelos por limitación en los recursos económicos que se requieren.

Los resultados que se exponen en el presente documento constituyen un avance sobre el conocimiento de los sistemas productivos que se han venido consolidando en la zona de colonización del medio y bajo Caguán, donde las formas de ocupación del territorio se han caracterizado por el desarrollo de sistemas de producción que no reconocen las potencialidades y limitaciones de los ecosistemas naturales. La caracterización de los sistemas productivos y la generación de la línea base de los indicadores de sostenibilidad aportan las bases técnicas para orientar esfuerzos y ofrecer soluciones para el desarrollo de la región, armonizando el uso de los recursos naturales con las condiciones socioculturales y económicas de las comunidades locales, en una estrategia de sistemas productivos para el largo plazo.

Es así como, en una buena parte de los sistemas productivos analizados, la ganadería es la actividad más importante para generar ingresos, aunque no siempre es la que genera mayor rentabilidad. Lo anterior debido a la cantidad de área dedicada a su desarrollo, situación que a su vez permite plantear que no es eficiente con respecto al uso del suelo, dado que es extensiva (la ganancia es por cantidad de área, no por unidad de área). La venta de mano de obra en la mayoría de los sistemas productivos analizados es una actividad fundamental para fortalecer el nivel de ingresos obtenidos desde el punto de vista predial. Como su desarrollo no causa costos, entonces los recursos brutos devengados como jornal son iguales al beneficio neto que genera la prestación de dicho servicio laboral.

La agricultura, aunque no suministra una gran cantidad de recursos económicos en los diferentes sistemas productivos analizados, por lo general, muestra una importante rentabilidad con respecto a la superficie de suelo utilizado

para su desarrollo, el cual no es muy significativo, si se compara con otros usos como lo son pastos para ganadería y bosques, esencialmente. Los bosques en ningún sistema productivo analizado generan beneficios económicos apreciables, su aprovechamiento es muy bajo y los ingresos monetarios que se generan con su uso son poco representativos en cuanto a su participación en el ingreso total (a nivel predial).

Es claro que los sistemas productivos para el municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá, se encuentran en un nivel de sostenibilidad medio, con oportunidades para el mantenimiento y mejoramiento en cada uno de los indicadores evaluados (biofísicos, agronómicos y socioeconómicos) para aumentar los niveles de sostenibilidad.

Esta publicación está conformada por cinco capítulos. En el primer capítulo se describe el área de intervención del proyecto, las generalidades del territorio y los principales aspectos biofísicos que caracterizan la zona. El segundo capítulo detalla la metodología desarrollada en el proceso de caracterización, tipificación y análisis de sostenibilidad de los sistemas de producción analizados y evaluados. El tercer capítulo presenta los resultados obtenidos de la caracterización, incluyendo la determinación de las tipologías de los sistemas de producción, las cuales tienen como fin identificar las actividades productivas y su relación de producción. El cuarto capítulo muestra la línea base de los indicadores de sostenibilidad caracterizados y tipificados para el Caquetá. Y el quinto capítulo presenta las cadenas de valor y el modelo de distribución de beneficios para los productos locales de los usos del suelo para cada tipología a nivel predial.

# Generalidades del área de estudio

**E**n este primer capítulo se hace una breve descripción del área intervenida en el municipio de Cartagena del Chairá, las generalidades del territorio y sus principales aspectos biofísicos, socioeconómicos y ambientales. Se realiza una aproximación a la dinámica de los sistemas productivos, basada en los diagnósticos agropecuarios del municipio.

## Ubicación

El departamento del Caquetá está localizado en el sur de Colombia y al noreste de la Amazonia colombiana. La margen izquierda del río Caquetá le sirve de límite al sur y lo separa de los departamentos del Putumayo y del Amazonas; al norte limita con los departamentos del Meta y del Guaviare; por el oriente con los departamentos del Vaupés y del Amazonas; y por el occidente con los departamentos del Huila y del Cauca. Geográficamente se encuentra aproximadamente 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 (Instituto Sinchi, 2011). El municipio de Cartagena del Chairá está localizado a la margen derecha del río Caguán, aguas abajo del sur del departamento, sobre las coordenadas 01° 21' 00" de latitud norte y 74° 50' 24" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Se encuentra a una distancia de 120,5 km de Florencia, la capital del departamento. El

municipio presenta una precipitación promedio anual entre 2500 y 3500 mm, distribuidos en 10 meses, con una época relativamente seca entre diciembre y marzo; humedad relativa cercana al punto de saturación, con promedio del 90 %; temperatura media de 26 °C; evapotranspiración de 970,5 mm/año; brillo solar de 1508 horas luz/año; velocidad del viento promedio de 1,3 m/seg y altura promedio de 234 m s.n.m. (Suárez , 2014.)

## 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; cuenta con 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 1 se describen las áreas de cada municipio y el porcentaje de participación en el departamento (Corpoamazonia, 2008).

**Tabla 1.** Áreas por municipio del departamento del Caquetá

Municipio	Área	
	km <sup>2</sup>	%
Florencia	2434	2,6
Albania	407	0,4
Belén de los Andaquíes	1181	1,3
Cartagena del Chairá	12 796	13,6
Curillo	417	0,4
El Doncello	1142	1,2
El Paujil	1057	1,1
La Montañita	1665	1,8
Milán	1271	1,4
Morelia	474	0,5
Puerto Rico	3142	3,4
San José del Fragua	1345	1,4
San Vicente del Caguán	21 924	23,4
Solano	42 737	45,6
Solita	518	0,6
Valparaíso	1259	1,3
Total	93 769	100

Fuente: Dane (2014).

### Asignación jurídica del territorio

El Caquetá cuenta con un área aproximada de 9 005 490 ha. La totalidad del departamento fue declarada zona de reserva forestal mediante la Ley 2 de 1959. En la actualidad el territorio del departamento se encuentra bajo las siguientes figuras jurídicas: distrito de conservación de agua y suelo con 272 603,59 ha (3,0 %); Parques Nacionales Naturales con 2 517 504,99 ha (28 %), correspondientes al Parque Nacional Natural Alto Fragua Indiwasi, el Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete (el cual se comparte con el departamento del Guaviare), el Parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos (que cubre parte del territorio del departamento del Meta), el Parque Nacional Natural Serranía de los Churumbelos (compartido con los departamentos del Cauca y del Huila) y el Parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos

(compartido con el Huila); Parques Nacionales Naturales y resguardos indígenas con 383,5 ha (0,004 %); resguardos indígenas con 625 026,96 ha (6,94 %); reserva forestal (Ley 2 de 1959) con 3 800 695,09 ha (42,2 %); y área sustraída de la reserva forestal con 1 789 277,51 ha (19,87 %) (Betancurt, Rodríguez y Garzón, 2015).

### Clima

El clima en el departamento presenta variabilidad en cada uno de sus parámetros y una distribución bien marcada siguiendo orientaciones geográficas (Rodríguez, Betancurt, Murcia y Garzón, 2015). Según información del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), la precipitación promedio anual en el Caquetá es de 3381 mm/año. La zona de Cartagena del Chairá presenta un promedio anual de lluvias entre 2500 y 3500 mm, distribuidos en 10 meses, con una época relativamente seca entre diciembre y marzo (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 (Instituto Sinchi, 2011).

La humedad relativa está en función directa con la precipitación, es decir, a mayores lluvias mayor la humedad; encontramos que Cartagena del Chairá presenta una humedad relativa cercana al punto de saturación, con un promedio del 90%, en los meses de enero y febrero se reporta menor valor de humedad relativa con 78,8 % y 79,8 %, respectivamente (Ideam, 2010).

La temperatura media para el departamento se encuentra alrededor de 25,4 °C, produciéndose ligeros aumentos de hasta 2 °C; la variación en la temperatura permite determinar la presencia de la época de verano que se extiende desde diciembre hasta febrero, siendo el mes de enero el de mayor temperatura con 26,3 °C, y una época de invierno que va de junio a agosto, en la

que julio presenta la menor temperatura con tan solo 24,2 °C (Instituto Sinchi, 2011).

El 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. Para el departamento del Caquetá la radiación solar es de 1524,4 horas/luz año, con promedio diario de aproximadamente 4 horas de 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 *et al.*, 2015).

## Hydrografía

El sistema hidrográfico del Caquetá está compuesto por dos ríos principales, Apaporis y Caquetá, también se destacan los ríos secundarios Caguán, Orteguzaza, Yará, Camuya, Cuemaní, Mesay, Peneya, Pescado y Sinsuya. Particularmente, el río Caquetá con cerca de 2200 km de longitud total, de los cuales 1200 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 m<sup>3</sup>/s (Instituto Sinchi, 2011). Al río Caquetá vierten sus aguas dos afluentes importantes de origen andino: los ríos Orteguzaza con 110 km de longitud total y Caguán con 250 km de longitud total, ambos navegables.

Al río Caguán vierten sus aguas los afluentes río Guayas, río Suncillas, quebrada Camicaya, quebrada El Billar, quebrada La Guadaluza, quebrada Peñas Blancas, quebrada El Anaya, quebrada El Caracol, quebrada Santo Domingo, quebrada El Peneya, quebrada Nápoles, quebrada San Lorenzo, quebrada La Sabaleta, caño Huitoto, quebrada Las Ánimas, quebrada Cristales, quebrada Ilusión, quebrada La Luz, quebrada Yaicoge, caño Negro y quebrada La Urella. Las cotas de altura promedio de inundación son de 224 m s.n.m. (Alcaldía de Cartagena del Chairá, 2016).

## Humedales

Estos son ecosistemas que tienen interacciones con el suelo, el agua, el aire, las plantas y los animales. Se considera que los humedales son los ecosistemas más productivos de la tierra, además, por siglos han permitido la filtración del agua lluvia, lo que ha formado grandes depósitos subterráneos de agua dulce conocidos como mantos acuíferos.

Los humedales del Caguán medio y bajo son prolíferos en bosques de palma canangucha, la cual es llamada árbol de vida por la población indígena debido a la multiplicidad de usos: alimentación, medicinas, vivienda y enseres domésticos; estos bosques son llamados cananguchales.

## Paisajes fisiográficos y suelos

El departamento del Caquetá se conforma por cinco grandes paisajes fisiográficos o unidades morfoestructurales, denominadas: montaña, piedemonte, lomerío, macizo tectónico y valles aluviales (Instituto Sinchi, 2011).

## Paisaje de montañas estructurales erosionales y/o denudativas

Este paisaje hace parte de la cordillera oriental, 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 glacis, hogbacks y espinazos, crestones, escarpas, lomas y colinas, y vallecitos (tabla 2).

El sistema montañoso presenta tres unidades morfoclimáticas: la primera posee clima frío muy húmedo y húmedo por encima de los 2000 m s.n.m.; la segunda, medio (templado) muy húmedo, húmedo y seco, entre los 1000 y 2000 m s.n.m.; la tercera, cálido muy húmedo, húmedo, seco y muy seco, menores a 1000 m s.n.m.

Se presentan movimientos en masa, siendo los más frecuentes la solifluxión (la cual se presenta por la infiltración del agua en las masas arcillosas) y los golpes de cuchara (los cuales se presentan por la filtración de agua en el plano de contacto de la masa rocosa o de mayor consistencia con la arcilla, originando una pista de desplazamiento, presentándose en zonas de alta intervención antrópica). Todos estos procesos erosivos son comunes en el paisaje caqueteño, caracterizado por largas vertientes sometidas a la acción de las lluvias, particularmente en las montañas en donde la relación superficie-volumen montañoso es muy elevada (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [Igac], 1993).

### **Paisaje de piedemonte**

Este paisaje fisiográfico se origina cuando el movimiento gravitacional o de fluidos de los detritos rocosos y material de suelo de las partes altas se detiene, gracias a una reducción de la pendiente y, por ende, de la velocidad. Sus rasgos morfológicos dependen del volumen y tamaño de los materiales acumulados, inclinación y forma de la pendiente. Se encuentran tres tipos de relieve: los abanicos, caracterizados por estar en un clima cálido muy húmedo y húmedo, y 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, los cuales además alcanzan y sobrepasan una decena de metros; y los vallecillos, que se encuentran en el clima cálido húmedo y corresponden a una litología de sedimentos aluviales heterométricos con matriz media y gruesa.

### **Paisaje de lomerío**

Es una superficie de denudación que comprende más del 90 % de la Amazonia colombiana y es la unidad fisiográfica de mayor extensión en el departamento del Caquetá. En este paisaje existen también áreas rocosas de origen sedimentario (areniscas) y rocas igneo-metamórficas del precámbrico. Comprende la mayor parte de la superficie de denudación con relieve que varía desde plano hasta ligeramente quebrado, con predominio del ondulado-colinado, llamado por algunos edafólogos paisajes de “lomerío” (Igac, 1979). Este paisaje fisiográfico comprende esencialmente los tipos de relieve de lomas, colinas y mesetas, depresiones y valles.

Los tipos de relieve de lomas, colinas y mesetas son elevaciones naturales de terreno de menor altura que la montaña (entre 100 y 500 m), las lomas poseen cimas amplias redondeadas y alargadas y las colinas tienen laderas que presentan una inclinación promedio superior al 16 %, de cima estrecha y base aproximadamente circular, las colinas son de cimas aplanadas y concordantes, especialmente cuando los estratos superiores son duros y/o porosos (Villota, 1991).

Las mesetas, que son un tipo de relieve de cimas aplanadas que cubren una extensión significativa, están en el clima cálido húmedo, con una litología de arcillolitas y lodolitas altamente alteradas. La depresión, donde los materiales de origen de los suelos son depósitos orgánicos, poco descompuestos, sobre arcillas gleizadas, de relieve plano cóncavo, y pendientes menores al 3 %. Los vallecillos de este paisaje están en dos climas, en el clima cálido muy húmedo que corresponde a una litología de sedimentos coluviales finos a medianos con abundantes cuarzos y en el clima cálido húmedo en materiales de sedimentos coluvio-aluviales heterométricos.

**Tabla 2.** Características de las diferentes unidades de suelos por tipos de paisaje

Paisaje	Características
Montaña (Vigas, filas, crestones, hogback y una depresión tectónica)	Suelos de montaña, de clima frío, para protección, con erosión moderada y buen drenaje.
	Suelos de montaña, de clima frío, potencialmente mecanizables, con erosión moderada y mal drenados.
	Suelos de montaña, de clima medio, para protección, con erosión severa y buen drenaje
	Suelos de montaña, de clima medio, para protección, con erosión moderada y buen drenaje.
	Suelos de montaña, de clima medio, no mecanizables, con erosión severa y buen drenaje.
Piedemonte (Abanicos, glaciares y vallecitos)	Suelos de piedemonte, de clima cálido, potencialmente mecanizables, con erosión moderada y buen drenaje.
	Suelos de piedemonte, de clima cálido, potencialmente mecanizables, con erosión moderada y mal drenaje.
Lomerío (Lomas, mesas y vallecitos)	Suelos de lomerío, de clima cálido, no mecanizables, con erosión severa y buen drenaje.
	Suelos de lomerío, de clima cálido, no mecanizables, con erosión moderada y buen drenaje.
	Suelos de lomerío, de clima cálido, potencialmente mecanizables, con erosión moderada y buen drenaje.
	Suelos de lomerío, de clima cálido, mecanizables, con erosión moderada y buen drenaje.
Vega (Terrazas y llanura de desborde)	Suelos de valles, de clima cálido, potencialmente mecanizables, con erosión moderada y buen drenaje.
	Suelos de valles, de clima cálido, potencialmente mecanizables, con erosión moderada y mal drenaje.

Fuente: Elaboración propia.

### Paisaje de macizo tectónico

Se encuentra hacia el oriente del departamento del Caquetá con una orientación predominante sur-norte, conocida como serranía de Chiribiquete, la que se extiende hasta el departamento del Guaviare. El macizo norte comprende una estructura rocosa delimitada claramente por los ríos Macayá e Intiyya, cuya elevación llega a los 840 m s.n.m. En segunda instancia se encuentra el macizo central limitado por los ríos Yarí, San Jorge y Mesay; se trata de una porción compleja, con valles amplios y elevados y además con cortes de cañón profundo. Su elevación oscila entre 350 y 600 m s.n.m. Por último, se encuentra la mesa de Iguaje, que es un conjunto de mesetas de pequeña extensión, con alturas inferiores a los 400 m.

### Paisajes de valles aluviales o vega

El concepto de valle aluvial consiste en un área influenciada por los aportes longitudinales de sedimentos acarreados por el río principal, los cuales pueden encontrarse dispuestos

en un plano que sigue la dirección del flujo; paralelamente, genera, modela y da formas características de acumulación de sedimentos. Este paisaje se encuentra principalmente en el departamento del Caquetá en los ríos Caquetá, Orteguzza, Caguán y Yarí; en dos climas, cálido muy húmedo y húmedo, en donde se distinguen los tipos de relieve plano de inundación y terrazas. El plano de inundación cuenta con litologías de sedimentos aluviales gruesos y medios, y un depósito de materiales aluviales gruesos a finos y depósitos orgánicos con alternancia de materiales aluviales finos. En las terrazas, que se pueden definir como remanentes de sedimentación, se ha iniciado la corriente como consecuencia de rejuvenecimiento del paisaje (Villota, 1991). Las terrazas se dividen en dos niveles: las medias, que tienen una litología de depósitos de materiales aluviales mixtos y sedimentos finos y moderadamente finos, y las terrazas altas, que tienen por litología sedimentos aluviales finos y moderadamente finos sobre capas de materiales heterométricos de gran espesor y depósitos

aluviales finos y medios (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural [Incoder] e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2010; Betancurt *et al.*, 2015).

Santana, Beaulieu y Rubiano (2004) realizaron un trabajo de planificación en los llanos colombianos con base en unidades de paisajes: el caso de Puerto López, Meta, en donde plasmaron una descripción de los paisajes fisiográficos existentes en esta región, muy parecidos a los encontrados en el departamento del Caquetá.

Para la zona de ejecución del proyecto, según el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 de la Alcaldía de Cartagena del Chairá (2016), en su punto sobre la dimensión ambiente natural: “el territorio está formado por la combinación de pequeñas colinas, el lomerío, que son las últimas estribaciones del macizo colombiano” (p. 46), y esto coincide con la literatura anteriormente citada.

## Población

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), la proyección de la población para el departamento en el año 2014 fue de 471 541 habitantes, que representan el 1 % del total nacional; de estos, el 59,1 % están localizados en las cabeceras municipales, mientras que el 40,9 % son rurales. Aproximadamente, el 69,1 % de la población se encuentra en los municipios de: Florencia (35,9 %), San Vicente del Caguán (14,1 %), Puerto Rico (7,1 %), Cartagena del Chairá (7,0 %) y La Montañita 5,0 %. El crecimiento poblacional en los últimos 20 años es del 26,7 % y tiene una densidad poblacional de 5,2 habitantes/km<sup>2</sup>, ocupando con este indicador el lugar 28 a nivel nacional (Dane, 2014)

## Condiciones de vida

En el municipio de Cartagena del Chairá, el índice de NBI<sup>1</sup> es del 51,57 %, el 40,53 % en las cabeceras y el 61,80 % en el sector rural; se

relaciona lo anterior con la fuerte problemática social debido a la presencia de actores armados en el territorio. El 17,91 % de la población no satisface sus necesidades de vivienda, el 21,29 % de servicios, el 10,22 % sufre hacinamiento, el 8,24 % inasistencia y el 21,14 % tiene dependencia económica (tabla 3) (Gobernación de Caquetá, 2012).

La situación de orden público caracterizada por la presencia de grupos armados al margen de la ley, las fumigaciones con glifosato, la crisis de la coca, el avance del latifundio rural, el desempleo y la pobreza que azotó y azota a los campesinos y colonos del Caquetá, se tradujo en desplazamiento de la población rural hacia las cabeceras municipales.

**Tabla 3.** Necesidades básicas insatisfechas (nbi) en Cartagena del Chairá

Dimensiones	Cabecera (%)	Rural (%)	Total (%)
Vivienda	18,69	17,25	17,91
Servicios	11,49	29,74	21,29
Hacinamiento	12,41	8,33	10,22
Inasistencia escolar	5,05	10,99	8,24
Dependencia económica	19,21	22,80	21,14
T. Personas en NBI	40,53	61,08	51,57
T. Personas en miseria	17,02	22,05	19,72

Fuente: (Gobernación de Caquetá, 2012)

## Sistema económico

El producto interno bruto (PIB) en el departamento de Caquetá registró un crecimiento de 4,8 % en el año 2016. Este comportamiento es explicado principalmente por la construcción del 18,2 %, donde las edificaciones residenciales variaron 25,0 % y la construcción de obras civiles 16,0 %. La industria manufacturera presentó una variación de 11,4 % debido a los productos lácteos; la explotación de minas y canteras creció 10,5 % por la extracción de minerales no metálicos; y los establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a

<sup>1</sup> NBI: índice de necesidades básicas insatisfechas.

las empresas variaron en un 4,1 %, explicado por la intermediación financiera. No se presentaron tasas de crecimiento negativas para el periodo de referencia (Dane, 2017).

La estructura del PIB se caracteriza por presentar una predominancia en cuatro sectores de mayor importancia en el valor agregado del municipio de Cartagena del Chairá: la administración pública y defensa y la seguridad social de afiliación obligatoria (24 %), la producción pecuaria y la caza, incluyendo las actividades veterinarias (17 %), los hogares privados con servicio doméstico (9 %) y las otras ramas de actividad (50 %) (Dane, 2017).

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 guardabosques y familias en acción, además del apoyo en otras actividades de capacitación para la diversificación de cultivos a través de entidades como Corpoamazonia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) y el Ministerio de Agricultura (Rodríguez *et al.*, 2015).

### Nivel organizacional

En el municipio de Cartagena del Chairá, las organizaciones comunitarias están representadas en las 155 juntas comunales de las veredas, las cuales están organizadas en trece núcleos comunales; estas organizaciones no solo han sobrevivido a los diferentes auges y crisis sociales y políticas, sino que en algunos casos se han consolidado en asociaciones que representan los intereses de las comunidades, destacándose la Asociación de Economía Solidaria del medio y bajo Caguán (Asoes)- y el Comité de Cacaoteros Chocaguán.

### Actividades y sistemas de producción

El municipio de Cartagena del Chairá es rural en un 99 %, con una extensión de 1 279 560 ha

dividida en 155 veredas y 22 000 predios rurales. En el segundo inventario ganadero del departamento del Caquetá, extensas sabanas y vegas del río Caguán son tierras que, según la caracterización de vocación realizada por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (Upra), son de uso agropecuario y de conservación.

### Ganadería

Cartagena del Chairá reporta un inventario ganadero de 1 190 258 cabezas de ganado, clasificadas en 18 830 menores de un año, 18 291 entre 1 y 2 años, 35 252 de 2 a 3 años y 46 655 entre 3 a 4 años de edad; el manejo es de doble propósito (producción de carne y leche) y se encuentra consolidada principalmente sobre los ejes viales por la facilidad de acceder a la comercialización de sus productos y los bienes y servicios que se ofrecen al sistema productivo (asistencia técnica, insumos, transporte). Los productores realizan prácticas culturales como mejoramiento de pasturas, rotación de praderas, incorporación de leguminosas, programas de sanidad animal y obras de infraestructura (corral, establo, saladeros y abrevaderos), que permiten desarrollar un sistema ganadero semi-intensivo.

El sistema de explotación predominante es el de doble propósito, sistema tradicional del trópico bajo latinoamericano en el cual se produce carne y leche simultáneamente, utilizando como base vacas cebú/criollas o cruzadas con razas lecheras europeas, lo que generalmente va acompañado de la cría de terneros mediante amamantamiento; la comercialización del ganado gordo se realiza por intermedio de la Compañía de Feria y Mataderos del Caquetá (Cofema) y se transporta a las ciudades de Cali, Bogotá y Neiva.

Referente a la producción de leche, el municipio cuenta con una planta de enfriamiento de propiedad de Nestlé con capacidad de 18 000 L. Hay 130 proveedores que producen cerca de 14 500 L diarios (el 61,7 % del total) y que

le venden la leche a esta empresa. Según la normatividad vigente, Nestlé paga al productor una bonificación de acuerdo a los sólidos grasos y proteínas que contenga la leche. La recolección proviene principalmente de la cabecera municipal y parte de la ruta del río Caguán arriba hasta la vereda La Reforma. La empresa ofrece capacitación a sus proveedores en el manejo y asepsia del ordeño de los animales y en el buen escurrido de la ubre para obtener un buen porcentaje de sólidos grasos.

Las queseras urbanas utilizan aproximadamente 9000 L de leche al día (el 38,3 % del total) para producir queso costeño, doble crema y quesillo. Por tanto, la producción de leche diaria del municipio es de aproximadamente 121 500 L/día (Alcaldía de Cartagena del Chairá, 2016).

## Agricultura

Dentro del área de vocación agrícola, el municipio cuenta con 2000 ha sembradas en yuca distribuidas en 1000 fincas, y de esas, 1800 ha están en producción con un rendimiento de 8 t/ha; la yuca se comercializa por cargas en estado fresco en los centros de acopio y galería; el cultivo del maíz realizado de forma tradicional se implementa en 2600 ha sembradas y con un rendimiento de 1 t/ha; el cultivo del plátano se realiza en 1730 ha sembradas, y de estas actualmente hay 1580 en producción con un rendimiento estimado de 6,5 t/ha.

En plantaciones ubicadas en 1000 fincas y que abastecen el mercado local de Cartagena del Chairá, los cultivadores de plátano se encuentran organizados en la Asociación de Productores de Plátano del Caquetá (Asoplaca), que lidera los procesos de fomento, capacitación, asistencia técnica y fortalecimiento gremial. Los cultivos que han venido ganando espacio y aceptación por los productores son el cultivo de cacao y caucho (por la vocación de los suelos estos cultivos son propicios y de uso múltiple), productos

que se desarrollan con facilidad en las sabanas y vegas del municipio. El cacao es un cultivo que, aunque en la actualidad tiene un rendimiento bajo (0,8 t/ha/año), se ha convertido en uno de los sembradíos con mayor importancia en la zona del medio Caguán, gracias a la organización sin ánimo de lucro Chocaguán (ubicada en Remolino del Caguán), la cual ha asociado a los campesinos productores de cacao y en la actualidad están agrupadas 105 familias.

Esta asociación produce cerca de 2 t de chocolate en barra, denominado chocolate “Chocaguán amazónico”, tiene 235 ha sembradas, 85 ha en producción, 60 ha con materiales clonados, maquinaria para producir (transformar) 800 lb diarias de chocolate, un jardín clonal con 12 materiales universales y 5 materiales de la región, y un vivero con capacidad de producir 60 000 plántulas de cacao clonado cada año. En total, Cartagena del Chairá cuenta con 546 ha sembradas de cacao, 250 ha en producción, 296 ha en desarrollo en 194 fincas y/o parcelas con un rendimiento de 0,8 t/ha; se están realizando clones en campo para mejorar la productividad y resistencia a enfermedades. Respecto al cultivo del caucho, existen 922 ha sembradas (de las cuales 360 ha están en producción) ubicadas en 141 fincas con una producción de 1,2 ton/ha; se cuenta con un comité municipal al cual están asociados 32 productores, y este comité está afiliado a la Asociación de Reforestadores y Cultivadores del Caucho del Caquetá (Asoheca). Esta asociación de caucheros del Caquetá viene adelantando programas de fomento, asistencia técnica, capacitación y comercialización para los pequeños productores.

Dentro de la oferta de cultivos amazónicos están el arazá, el chontaduro y la piña. El arazá presenta 10 ha sembradas, con un rendimiento de 2,5 t/ha; de la palma de chontaduro existen 30 ha sembradas, todas en plena producción con un rendimiento de 6 t/ha; y en relación al cultivo

de la piña, Cartagena del Chairá cuenta con 30 ha sembradas de la variedad india caqueteña, todas en producción con un rendimiento de 6 t/ha. En los últimos años, el arazá presenta una tendencia a la baja del área sembrada causada por la limitante conservación del producto, pocos canales de comercialización y falta de alternativas de transformación agroindustrial en la zona. El chontaduro y la piña tienen un excelente comercio local y departamental con muy buena aceptación.

### Especies menores

La producción porcina en Cartagena del Chairá ha evolucionado y se pasó de las rudimentarias cocheras a un manejo organizado de los cerdos. Actualmente existe un censo de 6200 cerdos distribuidos en 1000 predios, de la siguiente manera: ciclo completo tecnificado con 1500, ciclo completo tradicional con 1600, levante y ceba tecnificada con 1100, y levante y ceba tradicional con 2000. Al terminar el ciclo de producción algunos son sacrificados en las fincas

para autoconsumo, pero la gran mayoría sale al mercado para la venta y transporte a la ciudad de Florencia. El precio de kilogramo de carne de cerdo en pie se mantiene estable, mostrando una significativa variación en el mes de diciembre, cuando incrementa la demanda.

### Figuras de ordenamiento

El Parque Nacional Natural Serranía del Chiribiquete fue reservado, alinderado y declarado mediante Acuerdo N.º 0045 del 21 de septiembre 1989 de la junta directiva del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (Inderena), con un área aproximada de 1 298 955 ha en los departamentos del Guaviare y del Caquetá. Mediante la Resolución 120 del 21 de septiembre de 1989 y la Resolución 1038 del 21 de agosto de 2013 se amplió hacia los municipios de Cartagena del Chairá, San Vicente del Caguán y Solano en el Caquetá, y Calamar en el Guaviare, con una extensión aproximada de 1 483 399 ha, para un total aproximado de 2 782 354 ha.



# Metodología para la caracterización, tipificación y análisis de la sostenibilidad de los sistemas productivos

**E**n este capítulo se presenta la metodología empleada en el proceso de caracterización y tipificación de los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá y el análisis de la sostenibilidad. Se realiza un recuento del método empleado para determinar las unidades de muestreo y posteriormente se cuenta sobre los procesos de validación y ajuste del instrumento de captura de la información. Finalmente, se hace el recuento de los procesos desarrollados para el análisis de la sostenibilidad de las tipologías halladas, en el que se muestra la selección del tamaño de las muestras y la definición de los indicadores clave para la valoración de la sostenibilidad.

## Esquema general para la evaluación de los sistemas de producción en el departamento del Caquetá

Con base en la experiencia obtenida por el Instituto Sinchi en análisis de los sistemas productivos a nivel de región amazónica, se determinó emplear la metodología propuesta por Betancurt, Rodríguez y Garzón (2015) en la generación de la línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el departamento del Caquetá, así como el proceso de caracterización y tipificación realizado en el departamento del Guaviare (figuras 1 y 2).

El proceso metodológico planteado para el desarrollo de la investigación es un proceso

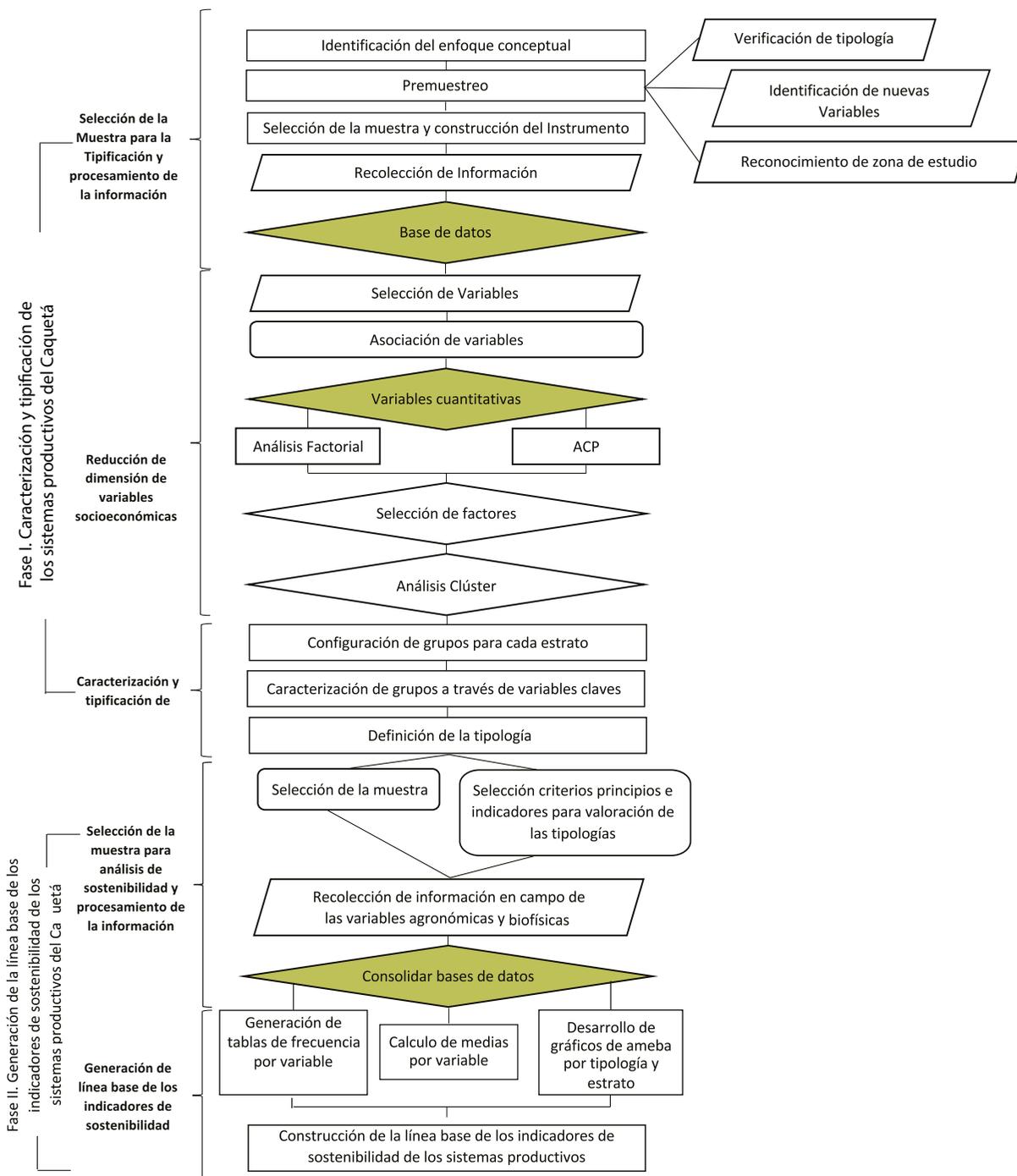


**Figura 1.** Esquema general del proceso de generación de bases para el monitoreo de los sistemas productivos del departamento del Caquetá

Fuente: Instituto Sinchi (2014).

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 al proceso de caracterización y tipificación de los sistemas



**Figura 2.** Esquema de la metodología propuesta

Fuente: Adaptado de Instituto Sinchi (2014 b).

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 sostenibilidad de los sistemas productivos tipificados y la generación de la línea base de sostenibilidad (Instituto Sinchi, 2014).

## Metodología para la caracterización y tipificación de los sistemas productivos en el municipio de Cartagena del Chairá

### Descripción de la población a estudiar

El escenario de esta investigación es la zona rural del municipio de Cartagena del Chairá, donde las actividades agrícolas están enfocadas principalmente en cultivos como cacao, plátano, explotación forestal, chontaduro y maíz. Sin embargo, ha sido la explotación ganadera, complementada con una mínima producción agrícola, el sector económico de mayor influencia en la zona rural, creyéndose entonces que este es el eje principal de la economía.

Basados en esta clasificación, se determinó que las unidades fisiográficas de muestreo son la montaña, el piedemonte, la vega y la tierra firme (lomerío). Sin embargo, teniendo en cuenta que el lomerío representa más del 70 % del área intervenida (Igac, 2010) y los sistemas de producción se han desarrollado con mayor fuerza en esta unidad (Instituto Sinchi, 2003), se observó la necesidad de valorar con más detalle los sistemas de producción de esta unidad. Un criterio para subdividir la unidad de lomerío fue considerar las zonas según los grados de intervención. El grado de intervención se refiere a la magnitud de la alteración o cambio de las condiciones naturales que han ocurrido en el área.

Para el desarrollo de la investigación, se asume que: i) los sistemas de producción no son propios de la región y para su establecimiento

se requiere de intervención del ecosistema; ii) el grado de intervención refleja el impacto ambiental que causan los sistemas de producción, de forma que existe una relación entre sistema, grado de intervención e impactos; y iii) el grado de intervención refleja las acciones de mejoramiento que se proponen, de tal manera que en las zonas mayormente alteradas deben existir acciones de recuperación de la función de producción del sistema, mientras que en zonas de baja intervención se esperan acciones preventivas que eviten los procesos de degradación de recursos (Betancurt *et al.*, 2015).

Para la unidad de tierra firme se identificaron tres niveles de intervención: tierra firme intervención alta, tierra firme intervención media, y tierra firme intervención baja; estas intervenciones se clasificaron de acuerdo a la cantidad de bosque que posee el predio con relación al área de la finca.

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

La población impactada fueron 147 familias habitantes rurales del municipio. La recopilación de la información inicial para emprender el proceso de clasificación y tipificación de los sistemas productivos se hizo a partir de una encuesta de tipo estructurada. Estructuralmente, la encuesta contuvo 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.

### Selección de variables para caracterización, tipificación y construcción del instrumento

Para la definición de las temáticas y variables que formarían parte del instrumento de captura de información, fue indispensable tener claros los objetivos por los que se estaba 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 (Instituto Sinchi, 2014b).

Las variables priorizadas para el proceso de caracterización se articularon posteriormente dentro del proceso de identificación y poblamiento de indicadores de sostenibilidad que se retomaron posteriormente a la caracterización. Para ello se seleccionaron los aspectos visibles que componían 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, el nivel tecnológico, el apoyo institucional y el uso del suelo.

Teniendo en cuenta los antecedentes de los estudios de caracterización y tipificación de los sistemas productivos en la región amazónica, especialmente los desarrollados por el Instituto Sinchi en los departamentos del Guaviare y del Caquetá (Instituto Sinchi, 2013; 2014b), se realizó un proceso de selección de aspectos y grupos gruesos de variables (tabla 4). A partir de lo anterior, y según las características de la zona determinada 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 la zona de trabajo. A partir de los trabajos realizados en los municipios de San José del Fra-gua y Belén de los Andaquíes, se evaluaron las variables priorizadas y se utilizó la 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 fuera limitado, con el fin de obtener la información necesaria.

### Recolección de información socioeconómica en campo

Para la aplicación de la encuesta en campo se realizó una selección de personal. Dicha preselección se hizo 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 en el programa Cyber Tracker, con el fin de que los datos colectados en campo correspondan lo más cercanamente posible a la realidad del funcionamiento del sistema productivo.

La aplicación de la encuesta contó con el apoyo de personal del equipo técnico del Instituto Sinchi y tuvo una fase de verificación, a través de la selección aleatoria de encuestas y el chequeo en campo de los datos registrados.

**Tabla 4.** Aspectos seleccionados y grupos de variables empleados en la caracterización y tipificación de los sistemas productivos del departamento 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 y 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.	
Destino de la producción	Porcentaje (%) de la producción destinada para la venta y autoconsumo en cada uno de los sectores productivos.	Pretende identificar si los productos producidos dentro del sistema se destinarán para la venta o si, en su defecto, son para autoconsumo.

Aspecto	Tipo de variables	Objetivo
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 tuvo 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 porcentaje de los jornales de tipo familiar y contratado requerido para el desarrollo de las actividades de la finca, discriminado 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 porcentaje 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 permanentes asociados se tiene en cuenta: caucho, cacao, maderables y otros.	
En permanentes monocultivos se tiene en cuenta: café, caña, flores y follaje, caucho y otros.		

Salario mínimo mensual (SMM), considerando que el valor es de 781 242 pesos colombianos para el año 2018.

Fuente: (Betancurt *et al.*, 2015)

## Aplicación de técnicas de estadística univariada y multivariada para la caracterización y tipificación

### Procesamiento de la información (elaboración de la base de datos)

Para avanzar en el análisis estadístico requerido en la identificación de las tipologías de sistemas productivos del municipio, fue necesaria la sistematización organizada de los datos colectados en campo, en la encuesta predial, con la salida de

los datos del aplicativo Cyber Tracker a 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, con las variables de uso del suelo, ingresos y costos de producción y mano de obra empleada. La selección de las variables se tomó de la encuesta predial. Para la generación de este archivo se copió la información en una

nueva hoja, en la que se eliminaron fórmulas y casillas de función que probablemente generarían conflicto para realizar el análisis estadístico.

### **Depuración y 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 que tuvieron cero de varianza, las que presentaron un coeficiente de correlación igual a la unidad y las que no tenían información, en aproximadamente un 80 % del total de encuestas.

### **Análisis de componentes principales y análisis de conglomerados**

Se aplicó un análisis de componentes principales (ACP), con el fin de reducir la dimensión del conjunto de datos. El ACP se realizó a partir de la matriz de correlación. Para ello, se eligieron los componentes cuyas raíces características eran mayores o iguales a uno, y que simultáneamente producían una información acumulada mayor o igual al 80 %. Seguidamente, se analizaron los vectores característicos, y otros 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.

En consecuencia, estas variables son las que mayor aportan a la variabilidad total y las utilizadas en el siguiente procedimiento, correspondiente al análisis de conglomerados. Se realizó un análisis de conglomerados de las fincas mediante la construcción de un dendograma que permitiera la clasificación de los predios dentro de grupos que serían caracterizados como tipologías. Para esta investigación se utilizó el método del *linkage* (enlace) de Ward y la matriz de distancia euclidiana, con las variables estandarizadas.

### **Conformación y caracterización de grupos**

Una vez obtenidos los grupos de tipologías, se generó un archivo de trabajo en el cual se presentaba para cada tipología o grupo de finca la media o promedio estadístico de cada una de las variables evaluadas, con el propósito de generar los datos necesarios para la caracterización de la tipología de sistemas productivos predominantes.

### **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 criterios de clasificación, se tuvieron en cuenta principalmente la orientación de la producción y la mano de obra empleada. Estos dos componentes darían los nombres que caracterizarían a cada grupo y, con base en la información generada en el proceso de caracterización, se darían 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 como tal se denominó.

Luego de determinar la orientación del sistema, se definió la principal relación de producción de acuerdo al porcentaje de mano de obra contratada y mano de obra familiar empleada 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 nivel tecnológico empleados en los sistemas.

### 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 sesenta y cuatro fincas, en donde se representaron las tipologías encontradas y se analizaron las principales variables con las que 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. Según los resultados obtenidos, las tipologías determinadas corresponden literalmente con los análisis estadísticos realizados.

### Metodología para abordar los indicadores de sostenibilidad

La propuesta metodológica para abordar los indicadores de sostenibilidad se desarrolla a partir de un proceso adaptativo y cambiante, según las condiciones locales y políticas y los asuntos económicos regionales y nacionales. Para este caso específico, el enfoque conceptual aprobado para el desarrollo de la investigación tuvo en cuenta los lineamientos conceptuales del Instituto Sinchi, que recopila las experiencias realizadas en los departamentos del Caquetá y del Guaviare, y que es la plataforma para abordar la línea base para el monitoreo de la sostenibilidad en el municipio de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá.

Para la obtención de la línea base de sostenibilidad, se relacionan los lineamientos en la forma como se definen 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 sostenibilidad. De acuerdo a esto, el enfoque metodológico de los indicadores está

sujeito en función de la finca como unidad básica de 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 sostenibilidad en aspectos fundamentales para la región, como son la conservación de la diversidad, la reversión de la degradación de los ecosistemas y la recuperación de funciones y servicios, entre otros aspectos relevantes para el sistema productivo (Betancurt *et al.*, 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). La 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 (Mainar *et al.*, 1993). 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 (p. ej., pesca, agricultura) o intervenciones (p. ej., restauración, conservación) 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 al momento en que atraviesen el ciclo adaptativo: socioecosistemas estables, en transición, al borde del colapso y colapsados (Baptiste

y Franco, 2009). Con base en lo anterior, el anillo de poblamiento amazónico está inmerso en la tercera categoría, 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 sostenibilidad permitiría conocer los estados actuales de los sistemas productivos a través de las dimensiones biofísicas (indicadores hídricos, edáficos e indicadores agronómicos), económicas, sociales e institucionales, para la toma de decisiones como herramienta en los planes de desarrollo para el fortalecimiento de las cadenas productivas.

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

### **Selección de los indicadores de sostenibilidad**

Como marco teórico se empleó el marco SAFE (Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework) (Sauvenier *et al.*, 2006; Van Cauwenbergh *et al.*, 2007), propuesto también por Betancurt, Rodríguez y Garzón (2015) en la línea base para el monitoreo de la sostenibilidad del departamento del Caquetá.

Se definieron los criterios y parámetros relacionados con la sostenibilidad de los sistemas productivos. Así, se pudo finalmente obtener una lista compuesta por 18 principios, 22 criterios y 54 indicadores de sostenibilidad (tabla 5).

### **Captura de datos para la obtención de los indicadores de sostenibilidad**

Previamente se calculó el tamaño de la 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. En la tabla 5 se muestran los indicadores evaluados.

### **Evaluación de los indicadores de sostenibilidad**

Una vez obtenidos los datos se sistematizaron y organizaron en la base de datos, y se realizó la evaluación de los indicadores a través de análisis de varianza, pruebas de comparación múltiple y análisis de componentes principales (ACP).

### **Análisis y discusión de resultados**

Se hicieron dos análisis: uno que consistió en observar las diferencias de las variables de evaluación con respecto a las tipologías por estratos fisiográficos, con el fin de observar las dinámicas de los indicadores de sostenibilidad en el estrato fisiográfico de evaluación del sistema productivo, y otro que tuvo por fin observar las diferencias de manera general, tomando como referencias las diferencias entre los cuatro estratos fisiográficos de evaluación para establecer el nivel de sostenibilidad de cada uno, y al interior de cada uno el comportamiento de las tipologías. La construcción de indicadores permitió obtener una referencia para un análisis crítico y comparativo de resultados, del cual se podían obtener conclusiones de carácter metodológico. Asimismo, conclusiones oportunas para mejorar la productividad del sistema de producción.

### **Selección de los indicadores de sostenibilidad**

Establecido el marco teórico, el siguiente paso 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 (biofísico y socioeconómico). 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 *et al.*

(2006) y Van Cauwenbergh *et al.* (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 PC&I para la evaluación de bosques (Lammerts Van Bueren y Blom, 1997). Dicha estructura está formada por una jerarquía compuesta de principios, criterios e indicadores. En la tabla 5 se presentan los principios, criterios e indicadores de sostenibilidad seleccionados con base en el marco SAFE y la revisión bibliográfica para este estudio.

### Obtención de indicadores para generar la línea base de la sostenibilidad en los sistemas productivos tipificados en el municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá

#### Determinación del tamaño de la muestra

Una vez establecidos los indicadores de sostenibilidad que se iban a evaluar en los sistemas

productivos, se determinó el tamaño representativo de muestras que debían ser evaluadas. Para este cálculo, se aplicó la metodología propuesta por León-Velarde y Barrera (2003), métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador, 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.

Fórmula para cálculo de tamaño de la muestra:

$$n = \frac{4Z^2 \times S^2}{d^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z<sup>2</sup>: Corresponde al intervalo de confianza (tabla 6)

S<sup>2</sup>: Varianza de cualquier variable explicativa

d<sup>2</sup>: Error estándar de la media

**Tabla 5.** Principios, criterios e indicadores de sostenibilidad de acuerdo al marco safe

Dimensión	Principio	Criterio	Indicador	Obtención del indicador	Fuente
Mantenimiento del recurso hídrico (ismrh)	La 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 <i>et al.</i> (2015)
	La calidad del recurso hídrico aumenta o disminuye	Calidad de agua	pH	Medición en campo	Betancurt <i>et al.</i> (2015)
	Disponibilidad del recurso hídrico	Distribución del recurso hídrico	Fuente de agua para consumo y riego	Observación en campo	Loaiza, Carvajal y Ávila (2014)

Dimensión	Principio	Criterio	Indicador	Obtención del indicador	Fuente
Mantenimiento del recurso suelo (ISMRS)	La función del recurso suelo aumenta o disminuye	Pérdida del suelo	Riesgo de erosión	Muestra de suelo para análisis	Ramírez, Alvarado, Pujol, McHugh y Brenes (2008)
			Porcentaje de cobertura de suelo desnudo	Observación en campo	Icraf (2009)
	La compactación del suelo aumenta o disminuye	Compactación del suelo	Penetrabilidad	Medición en campo	Adaptado de Ríos (2009)
	La 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/100 g)	Muestra de suelo para análisis	Igac (1979)
			Bases totales (K, Na, Mg, Ca) (meq/100 g)	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)
			Fosforo (P) en ppm	Muestra de suelo para análisis	Igac (1979)
		Fertilidad biológica del suelo	Esesor del horizonte A	Observación en campo	Betancurt <i>et al.</i> (2015)
			Diversidad de macrofauna	Observación en campo	Adaptado de Altieri y Nicholls (2002)
			Número de lombrices	Observación en campo	Villanueva, Sepúlveda y Muhammad (2011)
	Presencia de raíces finas		Observación en campo	Villanueva <i>et al.</i> (2011)	
	Presencia de moteados		Observación en campo	Adaptado de Altieri y Nicholls (2002)	
	Presencia de carbón		Observación en campo	Betancurt <i>et al.</i> (2015)	
	Actividad microbiana	Observación en campo	Chancusing (2010)		
Las prácticas de conservación del suelo aumentan o disminuyen	Prácticas de conservación del suelo	Prácticas de manejo de suelo	Observación en campo	Adaptado de Cárdenas (2007)	

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

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)	Encuesta predial	Ríos (2009)
			Valor agregado neto (VAN)	Encuesta predial	Cerrada (2014)
			Ingreso agropecuario neto (IAN)	Encuesta predial	Cerrada (2014)
			Ingreso total familiar (IT)	Encuesta predial	Cerrada (2014)
	La estabilidad en la producción se mantiene o aumenta	Riesgo económico	Diversificación para la venta (agrícola y pecuaria)	Observación en campo	Sarandón <i>et al.</i> (2006)
			Dependencia de insumos externos	Encuesta predial	Sarandón <i>et al.</i> (2006)
			Comercialización de los productos	Observación en campo	Loaiza <i>et al.</i> (2014)
		Recurso financiero	Acceso al mercado	Observación en campo	Ríos (2009)
	Facilidades de acceso al crédito		Encuesta predial	Ríos (2009)	
	La 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	Encuesta predial	Ríos (2009)
Mantenimiento de la eficiencia social (ISMRSOC)	La calidad de vida se mantiene o aumenta	Calidad de vida	Calidad de vida	Observación en campo	Ríos (2009)
			Integración familiar	Observación en campo	Arias-Giraldo y Camargo (2007)
	La asociatividad se mantiene o aumenta	Participación de la comunidad	Participación social	Observación en campo	Durán y Díaz (2008)
			Asociatividad	Encuesta predial	Betancurt <i>et al.</i> (2015)
			Organizaciones comunitarias para la comercialización	Observación en campo	Loaiza <i>et al.</i> (2014)
	El 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 <i>et al.</i> (2015)
			Manejo de los residuos sólidos domésticos	Observación en campo	Loaiza <i>et al.</i> (2014)
	El mantenimiento de la seguridad alimentaria se mantiene o aumenta	Seguridad alimentaria	Seguridad alimentaria	Encuesta predial	Chancusig (2010)
Mantenimiento de la eficiencia institucional (ISMRIINST)	El respaldo y compromiso de las instituciones con el sistema se mantienen o aumentan	Sostenibilidad institucional	Eficiencia institucional	Observación en campo	Adaptado de Ríos (2009)

**Tabla 6.** 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: elaboración Propia

Dado que el 99 % 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, por lo que se evaluaron 65 fincas en los 4 estratos fisiográficos encontrados en el municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá (tabla 7).

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

Para la selección de los predios donde se tomó la información de indicadores de sostenibilidad se tuvo 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 8 se presentan las fincas que fueron evaluadas en cada tipología.

**Tabla 7.** Tamaño de la muestra requerido para un nivel de confianza del 90 %, 95 %, 97,5 % y 99 %

Estrato fisiográfico	Tipología	N.º encuestas	Tamaño de muestra 90 %	Tamaño de muestra 95 %	Tamaño de muestra 97,5 %	Tamaño de muestra 99 %
Tierra firme intervención alta	GaSe	3	1	1	1	1
	GaPcEmF	5	2	2	2	2
Tierra firme intervención media	GaPcVmoF	44	21	19	17	16
	GaFEm	14	6	6	5	5
	AgpVmoF	28	11	10	9	8
	AgF	1	1	1	1	1
Tierra firme intervención baja	GaE	9	7	7	7	6
	AgpVmoF	29	19	18	17	16
Vega	GaF	6	4	4	4	4
	AgVmoF	10	5	4	4	4
	AgpF	3	1	1	1	1
Total		153	79	74	69	65

Ganadero Semiempresarial (GaSe), Ganadero con Pancoger y Especies menores Familiar (GaPcEmF), Ganadero con Pancoger y Venta mano de obra Familiar (GaPcVmoF), ganadero Familiar con Especies menores (GaFEm), Agropecuario Venta mano de obra Familiar (AgpVmoF), Agrícola Familiar (AgF), Ganadero Empresarial (GaE), Agropecuario Venta mano de obra Familiar (AgpVmoF), Ganadero Familiar (GaF), Agrícola Venta Mano de obra Familiar (AgVmoF), Agropecuario Familiar (AgpF).

Fuente: elaboración propia.

La información que contiene los indicadores de sostenibilidad se sistematizó en formato de Microsoft Excel, y los resultados se organizaron teniendo como referencia los estudios de Altieri y Nicholls (2002), Duarte (2005), Sarandón *et al.* (2006), Arias-Giraldo y Camargo (2007), Durán y Díaz (2008), Ríos (2009), Cerrada (2014) y Loaiza

*et al.* (2014), quienes establecen que para analizar los indicadores de sostenibilidad es necesaria una escala cualitativa que enmarque los valores de 1 a 5. Con el objetivo de organizar la información, permitiéndole al lector una mejor comprensión del análisis, se presenta en la tabla 9 la valoración cualitativa de los sistemas de producción.

**Tabla 8.** Predios seleccionados para la evaluación de la sostenibilidad

N.º	Estrato fisiográfico	Tipología	Usuario	Núcleo	Vereda	Coordenada
1	TFIA	GaSe	Berenice Valderrama Perdomo	2	Loma Larga	N0 35 47.5 W74 40 17.6
2	TFIA	GaPcEmF	Gildardo Agredo Ortega	1	Cuba	N0 31 07.4 W74 19 02.7
3	TFIA	GaPcEmF	Wilfer Renzo Ospina	1	El Convenio	N0 34 49.4 W74 15 21.7
4	TFIM	GaFEm	Ferney Gutiérrez Méndez	2	El Café	N0 39 04.3 W74 35 40.0
5	TFIM	GaFEm	Luz Mery Andrade	1	El Convenio	N0 34 17.4 W74 15 53.0
6	TFIM	GaFEm	Duván Durán Poveda	1	Caño Negro	N0 32 10.2 W74 14 45.5
7	TFIM	GaFEm	Emilton Vélez Marín	1	Quillas	N0 30 56.2 W74 18 08.2
8	TFIM	GaFEm	Felipe Penagos Ruiz	1	Buenavista	N0 38 22.5 W74 17 00.5
9	TFIM	AgpVmoF	Jhon Fredy Vargas Vargas	1	Buenavista	N0 35 37.9 W74 17 12.4
10	TFIM	AgpVmoF	Amparo Torres Sánchez	1	El Guamo	N0 12 57.3 W74 16 29.8
11	TFIM	AgpVmoF	Bernardo Velásquez Rodríguez	2	Jordán	N0 36 32.4 W74 22 32.0
12	TFIM	AgpVmoF	Sergio Aguinda	1	Las Palmas	N0 05 58.2 W74 18 10.3
13	TFIM	AgpVmoF	Yenny Patricia Ramírez	1	El Convenio	N0 34 50.2 W74 15 25.7
14	TFIM	AgpVmoF	Brayan Estiven García Castillo	1	Loma Larga	N0 35 47.9 W74 34 24.8
15	TFIM	AgpVmoF	Jesús Antonio González	1	El Guamo	N0 12 23.0 W74 16 41.3
16	TFIM	AgpVmoF	Leonel Corrales	2	Las Claras	N0 35 49.4 W74 27 31.3
17	TFIM	GaPcEmF	Francly Mayerly Hoyos	2	Palmichales	N0 39 04.3 W74 35 40.0
18	TFIM	GaPcEmF	Víctor Raúl García Pastrana	2	Camelias	N0 38 06.1 W74 31 44.5
19	TFIM	GaPcEmF	Juan Pablo Carrillo Piña	1	El Guamo	N0 11 24.9 W74 15 56.7
20	TFIM	GaPcEmF	Miguel Antonio Caicedo Yague	1	Cuba	N0 31 18.3 W74 19 37.4
21	TFIM	GaPcEmF	José Bertulfo Gutiérrez	2	Loma Larga	N0 35 54.1 W74 41 07.1
22	TFIM	GaPcEmF	María Zulany Rengifo	1	El Convenio	N0 34 57.8 W74 14 35.7
23	TFIM	GaPcEmF	José Estaly Gracia Trujillo	1	Cuba	N0 30 47.0 W74 19 57.0
24	TFIM	GaPcEmF	Eduar Edwin Muñoz Zambrano	1	Sabaleta	N0 23 34.2 W74 06 38.0
25	TFIM	GaPcEmF	Rodolfo Vega Sambrano	2	El Café	N0 38 56.4 W74 33 48.2
26	TFIM	GaPcEmF	Obed de Jesús Carvajal Maya	1	Sabaleta	N0 22 53.9 W74 06 59.3
27	TFIM	GaPcEmF	Ernesto Manquillo Vivas	1	Caño Negro	N0 31 45.1 W74 15 58.7
28	TFIM	GaPcEmF	Oscar Castro	1	Caño Negro	N0 31 06.8 W74 15 01.4
29	TFIM	GaPcEmF	Jhon Faber Londoño Vargas	1	Caño Negro	N0 31 28.3 W74 13 02.1
30	TFIM	GaPcEmF	Alexander Rivas Muñoz	1	El Convenio	N0 35 32.8 W74 12 12.9
31	TFIM	GaPcEmF	Edin Rivas Muñoz	1	El Convenio	N0 35 35.7 W74 12 07.7
32	TFIM	GaPcEmF	Niria Gaviria Salazar	1	Buenavista	N0 34 57.0 W74 17 18.7
33	TFIM	AgF	Jhon Faiber Muñoz Molina	2	Loma Larga	N0 33 48.8 W74 36 44.6

N.º	Estrato fisiográfico	Tipología	Usuario	Núcleo	Vereda	Coordenada
34	TFIB	GaE	Ricardo López	2	Jardín	N0 36 42.0 W74 31 24.6
35	TFIB	GaE	Milena Díaz Rodríguez	1	El Convenio	N0 35 06.2 W74 15 48.8
36	TFIB	GaE	Tiberio Páez Martínez	1	Santo Domingo	N0 20 33.1 W74 05 36.4
37	TFIB	GaE	Jerson Norbey Díaz Acuña	1	El Guamo	N0 11 13.6 W74 18 21.7
38	TFIB	GaE	Mercedes Fandiño	1	Monserrate	N0 35 13.3 W74 19 12.1
39	TFIB	GaE	José Tiberio Meneses	1	El Convenio	N0 37 20.4 W74 12 45.4
40	TFIB	AgpVmoF	José Rodrigo Posada Gallego	1	Monserrate	N0 34 53.5 W74 18 09.9
41	TFIB	AgpVmoF	Heider Marulanda Gómez	2	Jordán	N0 36 07.9 W74 20 34.6
42	TFIB	AgpVmoF	Donay Alape Chico	1	El Convenio	N0 36 13.0 W74 15 21.5
43	TFIB	AgpVmoF	Rusben Moreno	1	El Guamo	N0 10 05.8 W74 18 09.4
44	TFIB	AgpVmoF	María Griselda Bedoya	1	Las Palmas	N0 03 37.5 W74 17 30.4
45	TFIB	AgpVmoF	Edinson Cano Valderrama	2	Loma Larga	N0 35 59.1 W74 40 21.3
46	TFIB	AgpVmoF	Miguel Ángel Monroy	1	Sabaleta	N0 21 31.6 W74 06 41.6
47	TFIB	AgpVmoF	Luis Enrique Torres García	1	Brasilia	N0 18 55.3 W74 02 31.2
48	TFIB	AgpVmoF	Faiber Plazas	1	Brasilia	N0 16 43.9 W74 02 57.3
49	TFIB	AgpVmoF	Jaime Manquillo	1	Santo Domingo	N0 19 14.5 W74 05 47.0
50	TFIB	AgpVmoF	Ovidio Céspedes	1	Caño Negro	N0 31 16.5 W74 16 37.5
51	TFIB	AgpVmoF	Mónica Alarcón Camacho	1	El Convenio	N0 37 26.7 W74 11 29.4
52	TFIB	AgpVmoF	Esteban Cometa Tabares	1	El Convenio	N0 37 21.2 W74 12 17.5
53	TFIB	AgpVmoF	Roberto López Jiménez	1	Buenavista	N0 38 17.7 W74 18 06.5
54	TFIB	AgpVmoF	Baudilio Endo	1	Buenavista	N0 37 35.1 W74 18 37.5
55	TFIB	AgpVmoF	Miriam Morales Cano	1	Monserrate	N0 36 06.9 W74 16 31.2
56	VEGA	AgpF	Rubén Darío Montes Castaño	2	Palmichales	N0 39 24.7 W74 30 53.9
57	VEGA	GaF	William Mellizo Bonilla	1	El Convenio	N0 35 59.3 W74 13 37.5
58	VEGA	GaF	Jairo Silva	2	Jordán	N0 36 07.7 W74 21 53.9
59	VEGA	GaF	Luis Carlos Mora Ramírez	2	Jardín	N0 37 45.3 W74 32 02.2
60	VEGA	GaF	Hipólito Mina	1	Monserrate	N0 33 56.9 W74 18 20.0
61	VEGA	AgVmoF	Ricardo Caballero Roa	2	Miraflores	N0 36 53.0 W74 28 55.4
62	VEGA	AgVmoF	Adsalon Cardozo Madina	2	Loma Larga	N0 35 59.5 W74 33 33.1
63	VEGA	AgVmoF	Celmira Cruz	1	El Guamo	N0 11 48.2 W74 16 16.3
64	VEGA	AgVmoF	Vicente Durán	1	Caño Negro	N0 33 14.9 W74 18 04.0

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9.** Valoración cualitativa de la sostenibilidad de los sistemas de producción

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 y Camargo (2007).

## Descripción de los indicadores de sostenibilidad para generar la línea base de la sostenibilidad

### Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso hídrico

El indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso hídrico” permite evaluar la durabilidad de los sistemas productivos bajo la condición de la premisa “el recurso hídrico se mantiene o se mejora”, a través de la valoración de la protección que los productores tienen del recurso, la calidad del agua para el consumo humano, la disponibilidad de la misma en los predios y las formas en las cuales se accede al recurso hídrico.

#### Protección del recurso hídrico

El criterio de protección del recurso hídrico se encuentra sustentado a partir de los indicadores conservación del recurso y manejo del estiércol. Estos indicadores muestran en primera instancia la responsabilidad que tiene el productor con las fuentes de agua y qué lo lleva a tenerlas en un mayor o menor grado de protección. La escala para la medición de ambos indicadores corresponde a una adaptación de los indicadores propuestos por Ríos (2009), quien evaluó el indicador de sostenibilidad ambiental incluyendo estos parámetros para la valoración del agua y otros que pretendían valorar otros recursos como el suelo en sistemas de producción ganadera.

#### Calidad del recurso hídrico

Para la evaluación del criterio de calidad de agua se tomó como indicador el pH, el cual tiene como objetivo demostrar mediante un valor el grado de acidez del agua para consumo, que se asume se encuentra disturbada por las actividades que se generan en la finca.

### Disponibilidad del recurso hídrico

Para el indicador de disponibilidad de agua se realizó la modificación entre la disponibilidad y la frecuencia hídrica del año 2012 para establecer un solo indicador; se asume que la sostenibilidad del sistema productivo obedece a la mínima utilización de insumos externos.

### Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso suelo

El indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso suelo” permite evaluar la durabilidad de los sistemas productivos bajo la premisa “el recurso suelo se mantiene o se mejora”, a través de la valoración de la compactación de los suelos, la pérdida de suelos, la fertilidad del suelo y las prácticas de conservación que en los suelos se realiza a nivel de sistema productivo.

#### Porcentaje de suelo desnudo

El porcentaje de suelo desnudo establece el grado de cobertura que presenta el suelo y su influencia en la disminución de la erosión a través de la escorrentía. Este indicador resume la información generada en el cultivo y la pastura para formar un solo indicador de cobertura de suelo.

#### Compactación del suelo

El criterio de minimización de la compactación del suelo se encuentra sustentado a partir del indicador de resistencia a la penetrabilidad. En campo, el indicador se calculó con penetrómetro, realizando mediciones de resistencia a la compactación en los primeros 10 cm de suelo de cultivo y de pasturas. Este indicador pretende mostrar a nivel de escalas, de 1 a 5, los efectos que tienen las prácticas aplicadas en los suelos para que la compactación de estos se mantenga o disminuya. La escala para la medición del indicador corresponde a un conjunto de datos valorados mediante tablas de frecuencia

del programa InfoStat (versión 2017e), en el cual se consolidaron valores de resistencia a la compactación de pastos en distintos estados de degradación y cultivos. El promedio ponderado de los datos de compactación estandarizados en escalas de 1 a 5 corresponde al valor del criterio.

## Función del recurso suelo

### Fertilidad química del suelo

Para el indicador de fertilidad química del suelo se establecieron siete indicadores generados a partir de los resultados de las muestras de suelo enviados al laboratorio. La importancia de estos radica en que son los elementos básicos para observar la fertilidad del suelo; para los resultados de las fincas evaluadas se aplicaron las tablas de frecuencia mediante el programa estadístico InfoStat (versión 2017e).

### Fertilidad biológica del suelo

Para el indicador de fertilidad biológica del suelo se construyó un criterio que pretendía valorar aquellas fincas que, por la caracterización del perfil de suelo, mostraban características que indicaban mayor fertilidad que otros sistemas de producción. En este sentido, se propusieron los indicadores: raíces finas, espesor del horizonte A, diversidad de macrofauna, actividad microbiana, número de lombrices y presencia de moteados y carbones.

Para algunas variables se tomó la información de las escalas Likert de los autores y para las variables que necesitaban información de campo se realizaron tablas de frecuencia con el programa estadístico InfoStat (versión 2017e).

### Prácticas de conservación del suelo

Para el cuarto y último indicador, prácticas de conservación del suelo, vistas como la forma en que los productores se apropian del recurso e implementan prácticas amigables con el ambiente e igualmente productivas, se valoró

en escala según la adaptación de Falla (2009) y Cárdenas (2007).

## Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del servicio agronómico

Este indicador de sostenibilidad de “mantenimiento de los servicios agronómicos” permite evaluar el manejo agronómico (pasturas y cultivos) haciendo énfasis en aquellos que tengan registros de productividad, a través del cálculo de los indicadores del estado agronómico de la pastura, el estado agronómico del cultivo y el mantenimiento de la producción, que tienen como objetivo conocer el estado de los recursos presentes en la finca como procesos clave para el desarrollo del sistema productivo.

### Criterio estado agronómico del cultivo

#### Vigor

El indicador de vigor del cultivo evalúa visualmente el color de la plantación, la deficiencia y el tamaño, en relación al tiempo de establecido, según lo descrito por Altieri y Nicholls (2002).

#### Incidencia de plagas y enfermedades

Evalúa el deterioro del medio natural y de la destrucción de los equilibrios naturales presentes en el sistema, ya que mientras más especies coexisten en el ecosistema, mayor es la estabilidad del sistema natural.

#### Incidencia de arvenses

Evalúa el grado de atención del sistema agrícola con respecto a las funciones del productor, ya que un sistema abandonado disminuye la productividad del sistema en términos de biomasa, vigor y rendimiento, entre otros.

#### Desarrollo tecnológico

Es una variable que permite calificar visualmente el nivel de aprovechamiento del espacio-tiempo del sistema agrícola, en relación a que, si hay

una correcta distribución vertical y horizontal del sistema, presenta una mejor eficiencia de la radiación, infiltración y flujo de nutrientes.

#### Manejo fitosanitario

Evalúa el nivel de conocimiento aplicado para el control del manejo de plagas y enfermedades de los cultivos, teniendo como base la aplicación de conocimientos que mantengan un equilibrio de las poblaciones que viven en el sistema.

#### Manejo agronómico

Evalúa el control de las arvenses de los cultivos, teniendo como base la aplicación de conocimientos que mantengan un equilibrio de las poblaciones que viven en el sistema.

#### Producción de ciclo corto

La producción de especies de ciclo corto indica la productividad del sistema productivo para generar alimentos de rápido crecimiento, para la seguridad alimentaria de las personas que habitan, así como la generación de ingresos por ventas.

#### Limitación de la producción

Este indicador evalúa los requerimientos necesarios para establecer un cultivo, en términos de mano de obra y de insumos.

### Criterio estado agronómico de la pastura

#### Vigor

Para el criterio de estado agronómico de la pastura algunos de los indicadores mencionados anteriormente son utilizados para esta valoración. El vigor de las pasturas fue propuesto por Altieri y Nicholls (2002) y hace referencia al color y a la distribución general de la gramínea en el potrero.

#### Altura

El indicador de altura de la pastura, según Quiñones y Picasso (2008), evidencia el manejo

rotacional del productor y el nivel de biomasa en materia seca que puede proveer al ganado.

#### Degradación

Sobre la degradación de la pastura se evaluó si esta presentaba menos del 30 % del porcentaje de la cobertura de la especie introducida con procesos de suelo desnudo.

#### Erosión del suelo por tránsito animal

La erosión del suelo fue propuesta por Cotto (2012), quien evaluó mediante una escala visual la presencia de senderos por el tránsito constante del ganado. La inestabilidad en los senderos se manifiesta con erosión laminar, poca cobertura vegetal, huellas de resbalones y pequeños movimientos en masa.

#### Incidencia de arvenses

Permite calificar el manejo de la pastura en relación con la presencia de especies con bajo aporte nutritivo (Altieri y Nicholls, 2002).

### Indicador de sostenibilidad de mantenimiento de la eficiencia económica

El indicador de sostenibilidad de “mantenimiento de la eficiencia económica” permite evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos en relación a la eficiencia correspondiente a los indicadores de productividad, mantenimiento de la producción e independencia externa del sistema. Estos tienen como objetivo conocer la producción neta e identificar si las actividades realizadas satisfacen las necesidades del núcleo familiar o si, al contrario, es necesario hacer una reconversión de la actividad productiva.

### Función de la productividad del sistema agropecuario

Los indicadores de la función de la productividad son tomados de la información generada de la encuesta predial, por lo tanto, no se representan escalas Likert con los valores establecidos en

la literatura, debido a que estas son generadas a partir de las tablas de frecuencia mencionadas anteriormente.

### Relación beneficio-costo

La variable relación beneficio-costo (B/C), llamada así porque resulta de dividir el ingreso bruto (IB) entre el costo total de producción (CTP), indica la retribución que se obtiene por unidad monetaria invertida.

### Margen bruto (MB)

El margen bruto (MB) se obtiene como la diferencia entre el ingreso bruto (IB) y los costos totales de producción (CTP).

### Valor agregado neto (VAN)

Indica la productividad de la tierra. El VAN/ha es el indicador económico más adecuado cuando el recurso más escaso del productor es la tierra. Cuanto más alto es el valor, más intensivo es el sistema de producción.

### Ingreso agropecuario neto (IAN)

El ingreso agropecuario neto (IAN) indica la capacidad de reproducción y de capitalización de una finca campesina, es decir, la riqueza con que puede contar la familia para vivir durante el año (reproducción de la fuerza de trabajo) y para invertir (crecimiento de la explotación) o ahorrar.

### Ingreso total familiar

En el caso de existir ingresos extra-agrícolas, se sumaron a la remuneración agropecuaria para calcular el ingreso total. El ingreso familiar total es la suma del ingreso agropecuario más el ingreso no agropecuario.

### Estabilidad de la producción del sistema productivo

#### Diversidad de especies

Partiendo de la premisa de que un sistema con gran variedad de cultivos es menos susceptible

al cambio de mercado, este indicador permite observar la riqueza de la producción.

### Dependencia de insumos externos

La dependencia de insumos se tomó de los datos obtenidos en la encuesta predial.

### Comercialización de los productos

La comercialización de los productos utiliza la escala Likert de Loaiza y Carvajal (2014), en la que se describe la importancia de tener varios mercados para la comercialización de los productos.

### Acceso al mercado

El indicador de acceso al mercado utilizó la escala de percepción de Ríos (2009) y estableció la relación del precio del producto con respecto a los costos de movilización.

### Facilidad de acceso al crédito

El indicador de acceso al crédito describe la relación del productor con los entes crediticios del Estado, las relaciones con los gremios de producción y el nivel de confianza generada a partir de los programas en que ha sido beneficiario, según Ríos (2009).

### Dependencia de insumos externos

Finalmente, el criterio de independencia del sistema está compuesto de dos indicadores: el primer indicador es la relación predial-extra predial que evidencia la contribución de la venta de mano de obra externa en el sistema productivo, se obtiene de dividir el ingreso total sobre el ingreso generado de la mano de obra; y el segundo indicador es la dependencia de mano de obra externa, como la relación entre el costo total de mano de obra, dividido en la mano de obra externa (Chancusig, 2010); para ambos indicadores se utilizó la prueba de tablas de frecuencia (1 a 5).

### Indicador de sostenibilidad de función de la eficiencia social

El indicador de sostenibilidad de “función de la eficiencia social” permitió evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos en relación a la toma de decisiones del núcleo familiar, como ente transformador de procesos de desarrollo rural a través de la creación de una línea base conceptual y metodológica como la participación, el conocimiento y la seguridad alimentaria del sistema productivo.

### Calidad de vida

Para el cálculo de calidad de vida, se midieron el nivel educativo el nivel tecnológico y el acceso a servicios como, agua, luz y alcantarillado.

### Integración familiar

El indicador de integración familiar proviene de la escala de percepción propuesta por Arias-Giraldo y Camargo (2007) y evaluó la participación de la familia en la toma de decisiones en escala de 1 a 5.

### Participación social

El indicador de participación social se tomó de la escala de percepción propuesta por Durán y Díaz (2008), y de esta manera se le preguntó al productor cuál era la efectividad en la gestión de fondos para la finca, sobre la gestión y efectividad de proyectos para el desarrollo de la localidad y, finalmente, acerca de la gestión y efectividad de proyectos para el medio ambiente. Los valores de cada variable se promediaron para calcular el valor del indicador de participación social.

### Asociatividad

El indicador de asociatividad, visto como el grado de integración con la comunidad en la gestión de fortalecimiento productivo, evaluó la participación del productor en el número de reuniones asistidas sobre el total de reuniones a las que era invitado anualmente, el valor en

porcentaje en participación de eventos del total de predios muestreados fue evaluado a través de la prueba de tablas de frecuencia del programa InfoStat (versión 2017e), en el que se establecieron escalas de 1 a 5.

### Organizaciones comunitarias para la comercialización

Este indicador evaluó si existían una o más organizaciones comunitarias para la producción y comercialización de tres o más productos, si existían una o dos organizaciones comunitarias para la producción y comercialización de un solo producto, o si no existían organizaciones comunitarias en las que participaran los agricultores para comercializar sus productos.

### Nivel de conocimiento del sistema productivo

Para el indicador de nivel de conocimiento del sistema productivo se analizó la aplicación de los conocimientos adquiridos por la experiencia familiar a través de los años y de los conocimientos adquiridos por los beneficios de la asociatividad. El valor que toma el indicador corresponde a la sumatoria de las prácticas de conservación del suelo del sistema productivo, ajustado a escalas de 1 a 5, según fue establecido en la prueba de tabla de frecuencias.

### Manejo de los residuos sólidos domésticos

Este indicador evaluó la separación en la fuente, reciclaje y compostaje, quemas, enterramientos inadecuados y disposición a cielo abierto.

### Seguridad alimentaria

El indicador de seguridad alimentaria califica el porcentaje de alimento producido en la finca. Para ello, se preguntó al productor la cantidad de alimento que es consumido y aquel que es producido dentro del predio. El valor porcentual del alimento producido se evaluó según la clasificación de Chancusig (2010).

### **Indicador de sostenibilidad de mantenimiento de la función institucional**

El indicador de sostenibilidad de “mantenimiento de la función institucional” permitió evaluar el nivel de percepción que tenía la institucionalidad presente en el sistema productivo para la producción y comercialización de los productos agropecuarios a través de la creación de una línea base conceptual y metodológica de los indicadores

de compromiso del Gobierno y de los gremios, sobre toma de decisiones y asistencia técnica, en la que se realizaron las siguientes preguntas: ¿el compromiso del Gobierno es suficiente?, ¿el compromiso con los gremios ganaderos, caucheros y cacaoteros es suficiente?, ¿se toma en cuenta la opinión de los productores en la toma de decisiones?, ¿recibe asistencia técnica por parte de los gremios a los que está asociado?



# Tipologías de sistemas productivos predominantes

**E**ste estudio caracteriza y tipifica explotaciones agropecuarias en las zonas rurales del municipio de Cartagena del Chairá, entre los núcleos 1 y 2, con estratos fisiográficos de tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega; se realizó mediante un proceso metodológico, empleado por el Instituto Sinchi, a través de diferentes experiencias en el Caquetá y el Guaviare. Este proceso se inició con la descripción de la población a estudiar, la selección de la muestra y aplicación del instrumento de recolección de la información, el procesamiento de la información, la revisión y selección de las variables, la aplicación de técnicas estadísticas y la descripción de tipos o grupos. Estas variables fueron analizadas mediante tres técnicas de análisis estadístico multivariable: estadística descriptiva, análisis de componentes principales (ACP) y análisis de conglomerado. Dieron como resultado, para el estrato de tierra firme intervención alta (TFIA), dos grupos predominantes identificados como ganadero semi-empresarial y ganadero con pancoger y especies menores familiar. Para el estrato tierra firme intervención media (TFIM) produjo cuatro grupos predominantes: ganadero con pancoger y especies menores familiar, ganadero familiar y especies menores, agropecuario con

venta de mano de obra familiar y avícola familiar. En el estrato tierra firme intervención baja (TFIB) se presentaron dos grupos predominantes: ganadero empresarial y agropecuario con venta de mano de obra familiar. Ya para el estrato de vega se encuentran cuatro grupos sobresalientes: ganadero familiar, pancoger con venta de mano de obra familiar, agrícola con venta de mano de obra familiar y agropecuaria familiar.

## Tipologías caracterizadas de los sistemas de producción

Se sistematizaron 153 encuestas provenientes de 23 veredas que hacen parte de la zona de estudio, filtrando esta información por estratos fisiográficos presentes en la región, tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega. Esta base de datos fue sometida a revisión y depuración con el fin de eliminar errores de digitalización y cálculo que pudieran afectar el proceso de análisis; los valores que se consideraban fuera del patrón normal se confrontaron con las encuestas originales y con el personal que tomó la información, cuando fue necesario. Fueron priorizadas para la caracterización y evaluación de la sostenibilidad un total de diez tipologías de sistemas productivos del departamento del Caquetá (tabla 10).

**Tabla 10.** Tipologías de sistemas productivos identificadas en el municipio de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá

Tierra firme intervención alta			
GaSe			GaPcEmF
Ganadería semiempresarial			Ganadero con Pan coger y especies menores familiar
37,5 %			62,5 %
Tierra firme intervención media			
GaPcEmF	GaFEm	AgpVmoF	AgF
Ganadero con pancoger y especies menores familiar	Ganadero familiar y especies menores	Agropecuario con venta de mano de obra familiar	Agrícola familiar
50,6 %	16,1 %	32,2 %	1,1 %
Tierra firme intervención baja			
GaE			AgpVmoF
Ganadero empresarial			Agropecuario con venta de mano de obra familiar
23,7 %			76,3 %
Vega			
GaF	PcVmoF	AgVmoF	AgpF
Ganadero familiar	Pancoger con venta de mano de obra familiar	Agrícola con venta de mano de obra familiar	Agropecuaria familiar
30,0 %	5,0 %	50,0 %	15,0 %

Cada tipología en la parte de abajo tiene un valor porcentual con referencia a la totalidad de los predios de cada estrato fisiográfico.

Fuente: Elaboración Propia

### Caracterización del estrato fisiográfico de tierra firme (lomerío)

El paisaje de tierra firme (lomerío) es una superficie de denudación que comprende más del 90 % de la Amazonia colombiana y es la unidad fisiográfica de mayor extensión en el departamento del Caquetá. En este paisaje existen también áreas rocosas de origen sedimentario (areniscas) y rocas igneometamórficas del precámbrico. Comprende la mayor parte de la superficie de denudación con relieve que varía desde plano hasta ligeramente quebrado, con predominio del ondulado-colinado, llamado por algunos edafólogos paisajes de “lomerío” (Igac, 1979). Este paisaje fisiográfico comprende esencialmente los tipos de relieve de lomas, colinas y mesas, depresiones y valles.

Los tipos de relieve de lomas, colinas y mesas son elevaciones naturales de terreno de menor altura que la montaña (entre 100 y 500 m), las lomas poseen cimas amplias redondeadas y alargadas y las colinas tienen laderas que presentan una inclinación promedio superior al 16 %, de cima estrecha y base aproximadamente circular, las colinas son de cimas aplanadas y concordantes, especialmente cuando los estratos superiores son duros y/o porosos (Villota, 1991).

Los suelos de las lomas son restringidos para uso agrícola y pecuario por el alto contenido de aluminio y la baja fertilidad. Presenta en forma generalizada problemas de erosión, evidenciados por la ocurrencia de escurrimiento difuso, patas de vaca, solifluxión, deslizamientos, sufusión y pequeños hundimientos (Igac, 1993). Las

lomas, en gran parte, han sido desmontadas con el objeto de dedicarlas a la ganadería extensiva, mientras que los vallecitos corresponden a los fondos de la red de drenajes naturales del lomerío amazónico, con un relieve plano cóncavo y pendientes menores al 3 %, constituyen un reservorio de agua para las fincas y algunos conservan su vegetación natural.

Etter, McAlpine, Phinn, Pullar y Possingham (2006) estudiaron las dinámicas de las coberturas en una zona de lomerío intervenido en el departamento del Caquetá, en el cual pretendían identificar los patrones de cambio ecosistémico, identificando una ola de deforestación en el trópico, y se encontró que a medida que avanza en el tiempo la intervención en los frentes de consolidación de la colonización, la proporción de los bosques va disminuyendo. De esta forma, en áreas intervenidas es posible identificar diferentes niveles de intervención de acuerdo a la distribución de las coberturas. Una mayor intervención tendrá menos del 30 % del área en bosques, mientras que a medida que disminuye la intervención tiende a aumentar a un 100 %.

Con respecto a lo anterior, en la zona de estudio es posible identificar tres niveles de intervención, según la distribución de las coberturas de bosques y pastos. Un área con un porcentaje igual o menor al 30 % de bosques es catalogada como zona de alta intervención y un área de baja intervención tendrá zonas con más del 70 % del área en bosques, mientras que una mediana intervención tendrá proporciones similares entre bosques y pastos u asociaciones de cultivos.

La principal actividad productiva que se desarrolla en tierra firme es la ganadería del tipo de doble propósito, con énfasis principalmente en producción de derivados de la leche. También se desarrollan cultivos comerciales como cacao a pequeña escala y producciones de pancoger en zonas menos intervenidas. Las producciones de

especies menores como aves y cerdos generan ingresos bajos en esta unidad.

En zonas de alta intervención se consolidan el sistema ganadero de tipo semiempresarial y la producción de pancoger y especies menores con mano de obra familiar; en las zonas de mediana intervención, el sistema ganadero, la producción de especies menores y la producción de cultivos comerciales como cacao a pequeña escala con poca producción; y en las zonas de baja intervención predominan el sistema agropecuario, viéndose en la necesidad de vender mano de obra, y la ganadería empresarial.

### **Tipologías de sistemas productivos en el estrato fisiográfico de tierra firme intervención alta**

Este estrato fisiográfico participa con el 5,2 % del total de la muestra objeto de estudio. Realizados los diferentes análisis estadísticos, se identifican dos grupos o tipologías de sistemas productivos. Las dos tipologías corresponden a sistemas ganaderos, uno de tipo semiempresarial con producción doble propósito y comercialización de derivados de la leche, y el otro familiar, en el que se alternan con producción de pancoger y especies menores.

#### **Sistema productivo ganadero semiempresarial (GaSe)**

Este sistema productivo representa el 37,5 % de los predios presentes en el estrato de tierra firme intervención alta. Son fincas cuya actividad principal se orienta a la ganadería de doble propósito con énfasis en la producción de leche para transformación. Se presentan pequeñas producciones agrícolas y de especies menores basadas en productos de pancoger.

La actividad ganadera aporta el 90 % del total de los ingresos anuales del sistema productivo. En términos de mano de obra empleada en el sistema, esta es del 70 % contratada, mientras que la mano de obra familiar apenas es del 30 %.

### Usos del suelo

Las principales coberturas que encontramos en esta y todas las tipologías encontradas en la zona del proyecto son cultivos agrícolas, pastos, bosques y rastrojos.

En la tipología de ganadería semi-empresarial, se encontró que la cobertura predominante está conformada por pastos con un 40 % del total del área de los predios que comprenden esta tipología. El 33 % del área de cobertura está compuesta por rastrojos o cañeros. La parte boscosa de esta tipología está representada en un 26 % del área. Por último, está el área de cultivos con apenas el 1 %, que corresponde a 1 ha, principalmente de pancoger (plátano y yuca) (figura 3).

De acuerdo a lo preguntado en la encuesta predial y lo observado, las pasturas en su mayoría están conformadas por pastos mejorados como *Brachiarias* y gramas dulces. Son pasturas carentes de arborización.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología la principal actividad productiva es la ganadería, por la cual se perciben los

ingresos para estos predios. La actividad agrícola casi no se presenta, y se ayudan con especies menores en pequeñas cantidades que usan para autoconsumo y venta.

### Componente agrícola

En este componente, solo un predio tiene 1 ha de pancoger (plátano [*Musa* spp.] y yuca [*Manihot esculenta* C]) y no se presentan más cultivos en esta tipología.

### Componente pecuario

La especie más representativa en este componente es la bovina, siendo esta la que genera los ingresos para estas familias. En este grupo de productores se maneja un total de 60 bovinos de doble propósito, los cuales se sostienen en un área de 99 ha, es decir, un promedio de 0,60 cabezas por ha. Pasando esta densidad a unidades de gran ganado, y teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos, se tiene que la capacidad promedio es de 0,76 UGG/ha. Esta capacidad está dentro del promedio departamental, contribuyendo al deterioro de los recursos naturales y produciéndose un



**Figura 3.** Principales usos del suelo en la tipología ganadera semiempresarial

Fuente: elaboración propia

sobrepastoreo, por lo que se requiere generar componentes de planificación para reducir el impacto ambiental. En el componente pecuario, del manejo de ganadería se obtiene leche para autoconsumo y comercialización, queso para la venta (muy poco para autoconsumo) y novillos para la venta.

Otro subcomponente es de especies menores, principalmente aves, que son para autoconsumo y de poca comercialización (figura 4).

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de la comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). Las especies menores son de autoconsumo y generan ingresos ocasionales con algunas ventas.

En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de pancoger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria (figura 5).

El 98 % de los ingresos percibidos en los predios agrupados en esta tipología provienen de actividades pecuarias y solo un 2 % de acciones agrícolas, donde gran parte de los ingresos por agricultura no se obtienen en dinero, ya que es para su autoconsumo.

Únicamente una familia reporta ingresos por el componente agrícola; el resto tienen ingresos del componente pecuario, lo que demuestra su superioridad.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por insumos. En estos predios la mano de obra es contratada (de ahí el nombre de semiempresarial) y la mano de obra familiar es menor. Los análisis económicos son necesarios para determinar la rentabilidad de los predios y así tomar decisiones. En la figura 6 observamos que los costos por insumos casi que igualan a los costos por mano de obra, teniendo en cuenta que la mano de obra es contratada.



**Figura 4.** Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadera semiempresarial

Fuente: elaboración propia

### Balance económico

Revisando el balance, observamos que este es negativo, los costos rebasan los ingresos, y con esto determinamos que el sistema productivo no es rentable desde el punto de vista económico para estas familias. Para nadie es un secreto que en esta zona su comercio está regido por los cultivos ilícitos, de allí que no se dan cuenta de la rentabilidad de los predios.

En este grupo solo se observó que uno de los tres predios presentaba un balance positivo, pero no muy rentable, siendo el predio donde se ayudaban con el pancoger. Este productor tiene unos ingresos anuales de 1 966 000 pesos colombianos, es decir, sus ingresos mensuales son de algo más de 160 000 pesos colombianos. El sistema menos rentable registra pérdidas por 1 400 000 pesos colombianos al año.

### INGRESOS POR COMPONENTE



**Figura 5.** Participación de los componentes en la generación de ingresos

Fuente: elaboración propia

### Costos de Producción



**Figura 6.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

Estos análisis se realizaron con los datos suministrados por los finqueros y se ha reconocido que, en la mayoría de los casos, estos no corresponden a la realidad, por lo que los resultados pueden variar con las condiciones actuales de los sistemas de producción.

### Sistema productivo ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF)

Los cinco predios que pertenecen a esta tipología representan el 62,5 % de los predios en el estrato de tierra firme intervención alta, son fincas cuya actividad principal es la ganadería de doble propósito con énfasis en la producción de leche para transformación, se ayudan con la producción de algunas áreas de pancoger y especies menores; sin embargo, los gastos para el sostenimiento de la familia son más del mercado externo, haciendo que aumente el costo de producción y los gastos básicos de la familia.

#### Uso del suelo

En esta tipología tenemos que las principales coberturas son pastos, cultivos de pancoger, bosques y rastrojos. En la tipología de ganadería

con pancoger y especies menores familiar, se encontró que la cobertura predominante está conformada por bosques, con un total de 320 ha, lo que comprende el 45,64 % del área total de los 5 predios; la cobertura que sigue en orden de importancia, de acuerdo a su representatividad en el paisaje, son los pastos con un área total de 255 ha, que representan el 42,10 % de las coberturas existentes.

Las áreas de rastrojo son las que siguen en orden de importancia, con 169,5 ha y el 21,68 % del área total, en donde los productores realizan la rotación de cultivos y potreros, mientras que el área que se utiliza para los cultivos de pancoger es de 14,37 ha, representando el 2 % del área total. Los principales cultivos que se desarrollan son plátano, yuca, maíz, arroz y chontaduro, a estos cultivos no se les realiza ningún tipo de manejo agronómico y sus cosechas no se recogen en su totalidad, debido a que estas parcelas están muy distantes de las casas y son aprovechadas por los animales silvestres (figura 7).

Con los datos tomados de las encuestas prediales, se logró establecer que las áreas de potrero se componían de pastos mejorados,



**Figura 7.** Principales usos del suelo para la tipología de ganadero con pancoger y especies menores familiar.

Fuente: elaboración propia

principalmente de *Brachiarias* (*decumbens*, *bri-zantha*, *humidicola*) y grama dulce. Estas pasturas son carentes de arborización, por lo que, al ser analizadas a partir de imágenes satelitales, se evidencian parches de áreas intervenidas que perturban las conectividades biológicas en las cuencas.

### Análisis de actividades productivas

En esta tipología la principal actividad es la ganadería, en la agricultura manejan algunos cultivos de pan coger, se ayudan con especies menores como cerdos y gallinas. Las actividades por componentes las describimos así:

#### Componente agrícola

En este componente la especie más cultivada es el maíz (*zea mayz*), con un total de 7 ha, en 3 de los 5 predios que componen este grupo el área más grande es de 3 ha. En cuanto a área, el cultivo que sigue es el de plátano (*Musa spp.*), con 3,5 ha; la yuca (*Manihot esculenta C.*) es manejada por 4 de las familias con un total de 2,5 ha; el arroz (*Oriza sativa L.*) es sembrado por 2 familias, con 1 ha y 0,25 ha; un solo

productor tiene palmas de chontaduro (*Bactris gasipaes K.*), en un área de 1200 m<sup>2</sup> (0,12 ha) (figura 8).

#### Componente pecuario

En este componente tenemos que la actividad más dinámica es la de la ganadería, la que más aporta a la economía de estas familias. En esta tipología se manejan en total 271 cabezas de ganado de doble propósito, las cuales se sostienen en un área de 255 ha, es decir, un promedio de 1,1 cabezas de ganado por hectárea. Al pasar esta densidad a unidades de gran ganado (teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos), se tiene que la capacidad promedio es de 0,71 UGG/ha. Si bien esta capacidad está por encima del promedio departamental, es de considerar que, al desarrollarse la actividad ganadera, el deterioro de los recursos es creciente; de allí la necesidad de generar mecanismos de reconversión planificada para reducir el impacto ambiental.

En este grupo las especies menores que se manejan son 156 aves y 24 cerdos, y dentro de las aves se manejan gallinas de campo (figura 9).



**Figura 8.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar

Fuente: elaboración propia

La ganadería es la principal actividad pecuaria que se maneja en esta tipología. En cuanto al manejo de los cerdos, solo un predio no lo maneja. El manejo de las especies menores no genera mayores impactos negativos a los recursos naturales, dado que se manejan en espacios reducidos y las externalidades son mínimas, por lo que se convierte en una opción al momento de la planificación predial. La integración de actividades agrícolas y pecuarias en el sistema permite que se logren utilizar los subproductos, generando un equilibrio y haciendo que el sistema sea más sostenible.

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). En algunas fincas aprovechan la materia orgánica para la fertilización de sus cultivos.

Las especies menores son de autoconsumo, generan ingresos ocasionales con algunas ventas.

En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de pancoger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria (figura 10).

Las familias de este grupo perciben sus principales ingresos por la ganadería; las especies menores hacen un aporte mínimo, más utilizado para autoconsumo. El componente agrícola aporta apenas el 24 % en los ingresos de estas familias. El problema de no manejar grandes extensiones de cultivos es la dificultad del transporte y la falta de mercado.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por insumos. En estos predios la mano de obra es familiar y la mano de obra contratada es poca. Es necesario realizar los análisis económicos para determinar la rentabilidad de los predios, y así tomar decisiones.

Los costos se incrementan debido a que hay un productor que incurre en mucha mano de obra al momento del ordeño. La mayoría de la



**Figura 9.** Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar

Fuente: elaboración propia

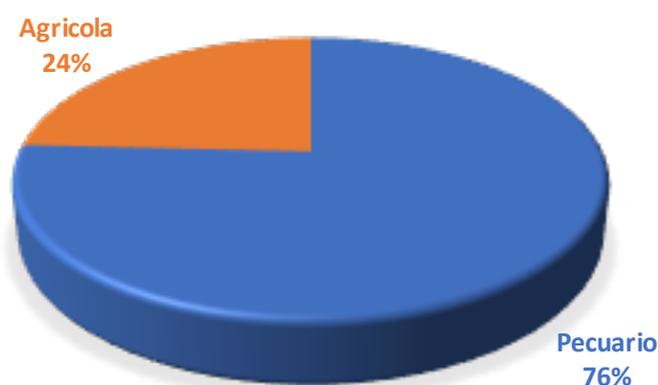
mano de obra se va en el manejo del ganado, y esta es del tipo familiar (figura 11).

Como se puede evidenciar, los costos de mano de obra son superiores a los insumos, pero las familias no lo evidencian de esta forma dado que la mano de obra la ponen ellos y no deben cancelar con dinero en efectivo por esta.

#### Balance económico

De acuerdo al ejercicio desarrollado, el balance es negativo, es decir que el sistema productivo no es viable desde el punto de vista económico. Este déficit se refleja por cuestiones de la mano de obra familiar que al momento de los ingresos no se tuvo en cuenta, de esta manera los ingresos superarían los costos.

### INGRESOS POR COMPONENTE



**Figura 10.** Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias

Fuente: elaboración propia

### COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 11.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

Este déficit del balance económico se reporta en dos fincas, de las cuales una tiene una pérdida de 5 810 000 pesos colombianos y la otra cuenta con un poco más de 552 000 pesos colombianos. El predio que obtuvo el mejor balance económico reporta 9 385 000 pesos colombianos al año, o sea, 782 000 pesos colombianos mensuales.

### Tipologías sistemas productivos en el estrato fisiográfico de tierra firme intervención media

Este estrato fisiográfico participó con el 56,8 % del total de la muestra objeto estudio. Esta zona se caracteriza por ser el estado de transición dentro del proceso de colonización, siendo la fase intermedia en el proceso de consolidación del sistema. Realizados los diferentes análisis estadísticos, se identificaron cuatro grupos o tipologías de sistemas productivos. Dos tipologías correspondían a sistemas ganaderos, de tipo familiar, y dos en donde se alternaban especies menores y cultivos de pancoger.

### Sistema productivo agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF)

Los 28 predios que hacen parte de la tipología agropecuario con venta mano de obra familiar representan el 32,2 % de los predios en el estrato de tierra firme intervención media, se caracterizan por ser predios donde las familias se dedican a la actividad agrícola y pecuaria, son pequeños productores, por lo que sus ingresos no son suficientes y se ven en la necesidad de realizar labores extra-prediales.

Las áreas dedicadas a cultivos son especies de pancoger como maíz, arroz, plátano, yuca y cacao, la producción es para autoconsumo y alimentación de animales, algunos excedentes son para la venta.

### Uso del suelo

En esta tipología tenemos que las principales coberturas son pastos, cultivos de pancoger, bosques y rastrojos. En la tipología agropecuario con venta de mano de obra familiar se encontró



**Figura 12.** Principales usos del suelo para la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar

Fuente: elaboración propia

que la cobertura predominante está conformada por bosques, con un total de 2574 ha, lo que comprende el 57,92 % del área total de los 28 predios. La otra cobertura que sigue en orden de importancia, de acuerdo a su representatividad en el paisaje, son los rastrojos con un área total de 735,5 ha, que representan el 19,27 % de las coberturas existentes.

Las áreas en pastos son las que siguen en orden de importancia, con 627 ha y el 20,31 % del área total, mientras que el área que se utiliza para cultivos de pancoger es de 46,75 ha, representando el 2,08 % del área total (figura 12).

Los principales cultivos que se desarrollan son maíz, arroz, plátano, yuca y cacao, a estos cultivos no se les realizan ningún tipo de manejo agronómico, sus cosechas no las recogen en su totalidad debido a que estas parcelas están muy distantes de las casas y son aprovechadas por los animales silvestres.

Con los datos tomados de las encuestas prediales, se logró establecer que las áreas de potrero se componen de pastos mejorados principalmente de *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha*, *humidícola*) y grama dulce. Estas pasturas son carentes de arborización, por lo que, al ser analizadas a partir de imágenes satelitales, se evidencian parches de áreas intervenidas que perturban las conectividades biológicas en las cuencas.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología, los productores manejan las actividades agrícolas y pecuarias al mismo tiempo, dándoles resultados ya que su producción es utilizada para la seguridad alimentaria y algunos excedentes para la comercialización. Las actividades por componentes se describen a continuación.

#### Componente agrícola

En esta tipología se manejan 5 especies de cultivos, siendo el plátano y el maíz los que más área representan, con 14 ha y 14,5 ha, respectivamente,

con áreas pequeñas; a estos cultivos los sigue el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en 4 predios y ocupando un área de 8,5 ha; estos cultivos no poseen sombra y no se les presta la asistencia necesaria para su producción; también siembran yuca (*Manihot esculenta*), con un total de 7,5 ha en 13 predios, y hay cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con un área de 1,5 ha en 2 predios, cuya producción es para autoconsumo y alimento de aves. En este grupo encontramos un predio con 1 ha sembrada en caucho (*Hevea brasiliensis*), pero que no es aprovechado (figura 13).

#### Componente pecuario

En este componente tenemos que la ganadería es la actividad que más aporta a la economía de estas familias; las aves aportan ingresos al sistema, pero como autoconsumo. En esta tipología se manejan en total 300 cabezas de ganado de doble propósito, las cuales se sostienen en un área de 627 ha, es decir, un promedio de 0,48 cabezas de ganado por hectárea, al pasar esta densidad a unidades de gran ganado (teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos), se tiene que la capacidad promedio es de 0,5 UGG/ha. Hay que considerar que, al desarrollarse la actividad ganadera en estas zonas, el deterioro de los recursos es creciente; de allí la necesidad de generar mecanismos de reconversión planificada para reducir el impacto ambiental. Del manejo del ganado se perciben otros ingresos relacionados como venta de leche y sus derivados.

En este grupo las especies menores que se manejan son 290 aves y 16 cerdos a campo abierto, entre las aves se manejan gallinas de campo, que se tienen más que todo para autoconsumo, reduciendo los costos de la canasta familiar (figura 14).

La ganadería es la principal actividad pecuaria que se maneja en esta tipología. En el manejo de las especies menores, las aves y los cerdos son utilizados para autoconsumo y

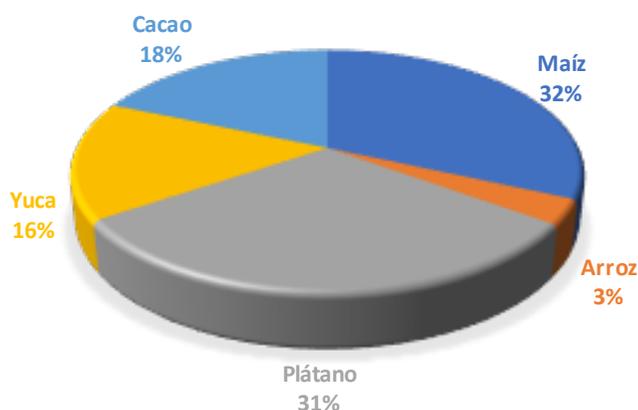
algunos excedentes se comercializan en la zona. El manejo de especies menores no genera mayores impactos negativos a los recursos naturales, dado que se manejan en espacios reducidos, por lo que se convierte en una opción al momento de la planificación predial. La integración de actividades agrícolas y pecuarias en el sistema permite que se logren utilizar los subproductos, generando un equilibrio y haciendo que el sistema sea más sostenible.

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). En algunas fincas aprovechan la materia orgánica para la fertilización de sus cultivos. Su producción oscila en 88 803 000 pesos colombianos

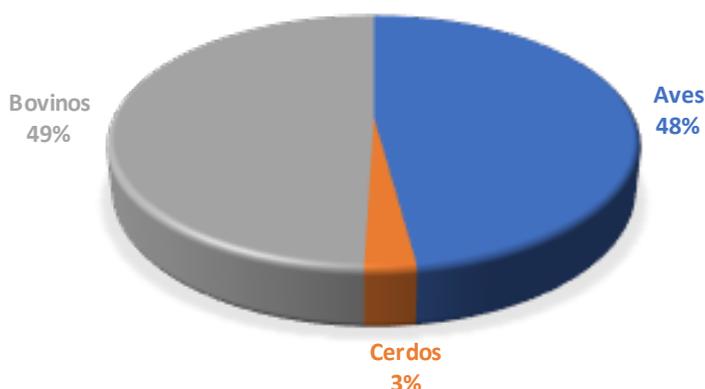
### DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS



**Figura 13.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agropecuario con venta de mano de obra familiar

Fuente: elaboración propia

### ESPECIES PECUARIAS



**Figura 14.** Especies pecuarias manejadas en la tipología agropecuario con venta de mano de obra familiar

Fuente: elaboración propia

al año, más o menos 7 400 250 pesos colombianos al mes, lo que sería un promedio de 264 294 pesos colombianos por familia.

Las especies menores son de autoconsumo, generan ingresos ocasionales con algunas ventas. En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de pan coger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria. La venta de mano de obra en esta tipología no la realizan todos los productores, esta se hace en otros predios, para contribuir a la economía familiar; a pesar de que se realizaron este tipo de actividades, no se alcanzaban a satisfacer las necesidades básicas.

Como se puede observar en la figura 15, el componente pecuario tiene un 52 % de los ingresos y el componente agrícola el 29 %, por venta de mano de obra se percibe apenas el 19 %, esta actividad no la ejercen todas las familias, considerando que buena parte de esos recursos no se obtienen en dinero, sino representados en un ahorro al no tener que adquirir los alimentos en el mercado externo.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por insumos. En estos predios la mano de obra es familiar, mientras la mano de obra contratada es poca. Es necesario realizar los análisis económicos para determinar la rentabilidad de los predios, y así tomar decisiones (figura 16).

Como podemos observar, los costos por mano de obra triplican los costos que adquieren por insumos, pero los productores no lo ven así, debido a que ellos no deben pagar esos jornales, si no que hacen parte de su aporte al sistema.

#### Balance económico

Realizado el balance, se observa que este es negativo, pues el sistema productivo no es rentable; estas familias no sienten ese déficit debido a que la mano de obra es familiar, y por tanto no hay un ingreso en efectivo.

En este grupo se encontró que 11 de los productores tienen balance económico negativo, el sistema menos rentable reportó un déficit



**Figura 15.** Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias

Fuente: elaboración propia

de algo más de 75 millones de pesos colombianos al año, esto debido a que su mano de obra familiar es muy elevada. El sistema más rentable reporta utilidades de 14 millones de pesos colombianos al año, es decir, 1 166 600 pesos colombianos mensuales. Estos análisis se realizaron con datos suministrados por los productores al momento del diligenciamiento de las encuestas prediales.

### Sistema productivo ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF)

Los 44 predios que hacen parte de esta tipología representan el 50,6 % de los predios en el estrato de tierra firme intervención media, son fincas cuyas actividad principal es la ganadería doble propósito con énfasis a la producción de leche para transformación, se ayudan con la producción de algunas áreas de pancoger y especies menores, a pesar de esto los gastos para el sostenimiento de la familia son más del mercado externo haciendo que aumente el costo de producción y los gastos básicos de la familia.

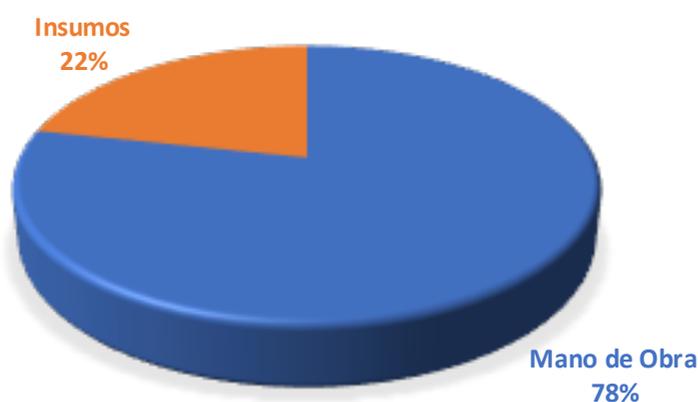
### Uso del suelo

En esta tipología tenemos que las principales coberturas son pastos, cultivos de pan coger, bosques y rastrojos. En la tipología de ganadería con pancoger y especies menores familiar, se encontró que la cobertura predominante está conformada por bosques, con un total de 1930 ha, lo que comprende el 39,10% del área total de los 44 predios; la cobertura que le sigue en orden de importancia de acuerdo a su representatividad en el paisaje son los pastos, con un área total de 1801 ha que representan el 39,75% de las coberturas existentes.

Las áreas de rastrojo son las que siguen en orden de importancia con 830 ha y el 19,18 % del área total, en donde los productores realizan la rotación de cultivos y potreros, mientras que el área que se utiliza para los cultivos de pancoger es de 115 ha, representando el 1,86 % del área total.

Los principales cultivos que se desarrollan son plátano, yuca, frutales, caña, caucho y cacao; a estos cultivos no se les realiza ningún

## COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 16.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

tipo de manejo agronómico, además sus cosechas no las recogen en su totalidad debido a que estas parcelas están muy distantes de las casas y son aprovechadas por los animales silvestres (figura 17).

Con los datos tomados de las encuestas prediales se logró establecer que las áreas de potrero se componen de pastos mejorados principalmente de *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha*, *humidícola*) y grama dulce. Estas pasturas son carentes de arborización, por lo que, al ser analizadas a partir de imágenes satelitales, se evidencian parches de áreas intervenidas que perturban las conectividades biológicas en las cuencas.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología la principal actividad es la ganadería, en la agricultura se manejan algunos cultivos de pancoger y otros como el caucho, pero no se benefician de él, se ayudan con especies menores como cerdos y gallinas. Las actividades por componentes se describen a continuación.

### Componente agrícola

En esta tipología se manejan 6 especies de cultivos, siendo el plátano (*Musa spp.*) el que más área representa, con 26,15 ha sembradas en 34 de los 44 predios que hacen parte de este grupo, con áreas pequeñas; el siguiente cultivo es de yuca (*Manihot esculenta*), con 30 predios y un área de 24,95 ha; el cultivo de caña (*Saccharum officinarum*) tiene un total de 5,5 ha en 7 predios; el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) con 4,75 ha en 6 predios; el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*) con un área de 3,5 ha en 3 predios; y frutales con 3,4 ha en 3 predios (figura 18).

### Componente pecuario

En este componente tenemos que la actividad predominante es la de la ganadería, es la que más aporta a la economía de estas familias. En esta tipología se manejan en total 1644 cabezas de ganado de doble propósito, las cuales se sostienen en un área de 1801 ha, es decir, un promedio de 0,91 cabezas de ganado por hectárea. Al



**Figura 17.** Principales usos del suelo para la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar

Fuente: elaboración propia

pasar esta densidad a unidades de gran ganado, teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos, se tiene que la capacidad promedio es de 0,8 UGG/ha. Hay que considerar que, al desarrollarse la actividad ganadera en zona de ladera altamente frágil, el deterioro de los recursos es creciente; de allí la necesidad de generar mecanismos de reconversión planificada para reducir el impacto ambiental.

Del manejo del ganado se perciben otros ingresos relacionados, como venta de leche y sus derivados. En este grupo, las especies menores que se manejan son 731 aves y 71 cerdos a campo abierto, dentro de las aves se manejan gallinas de campo, principalmente para autoconsumo, reduciendo los costos de la canasta familiar (figura 19).

La ganadería es la principal actividad pecuaria que se maneja en esta tipología. En cuanto al manejo de los cerdos, 21 predios los producen, siendo la mayoría para autoconsumo y muy pocos para la venta; es importante hacer

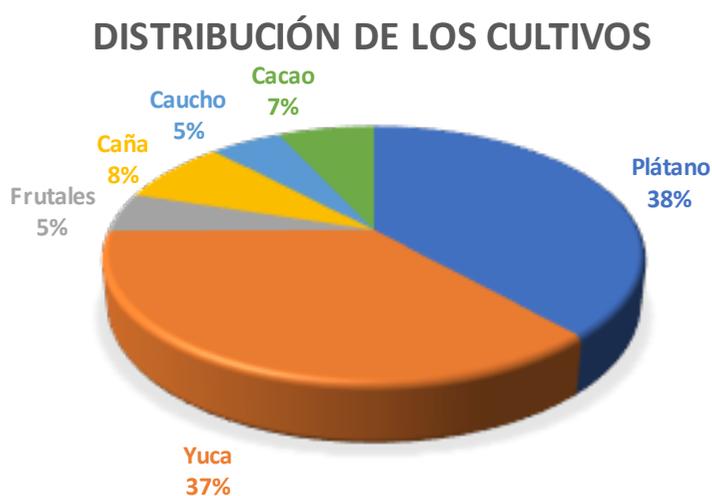
cocheras para recolectar los subproductos como la porquinaza, que es un excelente recuperador de suelos ácidos. El manejo de las especies menores no genera mayores impactos negativos a los recursos naturales, dado que se maneja en espacios reducidos y las externalidades son mínimas, por lo que se convierte en una opción al momento de la planificación predial.

La integración de actividades agrícolas y pecuarias en el sistema permite que se logren utilizar los subproductos, generando un equilibrio y haciendo que el sistema sea más sostenible.

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). En algunas fincas aprovechan la materia orgánica para la fertilización de sus cultivos.



**Figura 18.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar

Fuente: elaboración propia

Las especies menores son de autoconsumo, generan ingresos ocasionales con algunas ventas. En la parte agrícola se manejan algunos cultivos de pancoger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria. En la figura 20 se observa la distribución de los ingresos al año por componente.

Como se puede observar en la figura 20, el componente pecuario tiene un 46 % de los

ingresos y el componente el agrícola el 54 % de los ingresos, considerando que buena parte de esos recursos no se obtienen en dinero, sino representados en un ahorro al no tener que adquirirse los alimentos en el mercado externo.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y en menor cantidad por



**Figura 19.** Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero con pancoger y especies menores familiar

Fuente: elaboración propia



**Figura 21.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

insumos. En estos predios la mano de obra es familiar, mientras que la mano de obra contratada es poca. Es necesario realizar los análisis económicos para determinar la rentabilidad de los predios, y así tomar decisiones (figura 21).

Como se puede observar, los costos por mano de obra doblan los costos que adquieren por insumos, pero los productores no lo ven así debido a que ellos no deben pagar esos jornales, si no que hacen parte de su aporte al sistema.

### Balance económico

Realizado el balance, se observa que es positivo pues a los productores les queda una utilidad de 426 314 388 pesos colombianos, generando un promedio de utilidad por finca de 9 688 963 pesos colombianos al año, es decir, 807 413 pesos colombianos al mes. En este grupo se encontró que 31 de los productores tienen balance económico positivo, donde dos productores tienen utilidades de 3 500 000 pesos colombianos mensuales, 13 con un balance económico negativo; el sistema menos rentable reporta pérdidas por más de 16 millones de pesos colombianos al año, un poco más de 1 300 000 pesos colombianos al mes. Estos análisis se realizaron con datos suministrados por los productores al momento del diligenciamiento de las encuestas prediales, identificándose que en algunos casos esto no corresponde a la realidad, por lo que los resultados pueden variar.

### Sistema productivo ganadero familiar y especies menores (GaFEm)

Este sistema productivo representa el 16,1 % de los predios presentes en el estrato de tierra firme intervención media. Son fincas cuya actividad principal se orienta a la ganadería de doble propósito con énfasis en la producción de leche para transformación. Se presentan pequeñas producciones agrícolas y de especies menores, y algunos cultivos de pancoger.

La actividad ganadera aporta el 72 % del total de los ingresos anuales del sistema productivo, seguido de las especies menores con el 16 %. En términos de mano de obra empleada en el sistema, el 80 % es familiar, mientras que la mano de obra contratada apenas es del 20 %.

### Usos del suelo

Las principales coberturas que encontramos en esta y todas las tipologías encontradas en la zona del proyecto son cultivos agrícolas, pastos, bosques y rastrojos. En la tipología de ganadería familiar y especies menores, se encontró que la cobertura predominante está conformada por pastos en un 48 % del total del área de los predios que comprende esta tipología. El 42 % del área de cobertura está compuesta por bosques. La parte de rastrojos o cañeros de esta tipología está representada en un 8 % del área (figura 22). Por último, está el área de cultivos con apenas el 2 %, principalmente para cultivos de pancoger (maíz, arroz, frutales, caña, cacao, plátano y yuca).

De acuerdo a lo preguntado en la encuesta predial y lo observado, las pasturas en su mayoría están conformadas por pastos mejorados como *Brachiarias* y gramas dulces. Son pasturas carentes de arborización.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología la principal actividad productiva es la ganadería, por la cual se perciben los ingresos para estos predios. La actividad agrícola casi no se presenta; hay unos cultivos de cacao, pero no son administrados, por lo que no representan mayores ingresos, y se ayuda con especies menores en pequeñas cantidades, que en su mayoría son utilizadas para el autoconsumo.

### Componente agrícola

En el componente agrícola, los cultivos de pancoger aportan a la seguridad alimentaria de la familia debido a que, en su mayoría, son para

autoconsumo. Los principales cultivos son maíz (*Zea mays*) con el 48 %, plátano (*Musa spp.*) con el 22 %, yuca (*Manihot esculenta*) con el 14 %, cacao (*Theobroma cacao L.*) con el 12 %, caña (*Saccharum officinarum*) con el 1 % y frutales en una mínima cantidad. El cacao es cultivado por 4 productores sin ningún tipo de manejo (figura 23).

### Componente pecuario

La especie más representativa en este componente es la bovina, siendo esta la que genera los ingresos para las familias. En este grupo de productores se maneja un total de 1714 bovinos de doble propósito, los cuales se sostienen en un área de 3808 ha, es decir, un promedio de 0,45 cabezas por hectárea; pasando esta densidad a



**Figura 22.** Principales usos del suelo para la tipología ganadero familiar y especies menores

Fuente: elaboración propia



**Figura 23.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero familiar y especies menores

Fuente: elaboración propia

unidades de gran ganado, teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos, se tiene que la capacidad promedio es de 0,69 UGG/ha. Esta capacidad está dentro del promedio departamental, contribuyendo al deterioro de los recursos naturales, produciéndose un sobrepastoreo, por lo que se requiere generar componentes de planificación para reducir el impacto ambiental. En el componente pecuario, con el manejo de la ganadería, se obtiene leche para autoconsumo y comercialización, queso para la venta (muy poco para autoconsumo) y novillos para la venta.

Otro subcomponente es de especies menores, principalmente aves, alrededor de 560, que en su mayoría son gallinas criollas, y 96 cerdos que se manejan a campo abierto. Algunas de estas especies son tanto para la venta como para autoconsumo (figura 24).

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de

comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). Las especies menores son de autoconsumo, y generan ingresos ocasionales con algunas ventas.

En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de pancoger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria. En la figura 25 se observa la distribución de los ingresos al año por componente.

El 92 % de los ingresos percibidos en los predios agrupados en esta tipología provienen de actividades pecuarias y solo un 2 % de actividades agrícolas; gran parte de los ingresos por agricultura no se obtiene en dinero, ya que es para la seguridad alimentaria del grupo familiar.

Solo 8 de los 14 predios que integran esta tipología tienen cultivos de pancoger, los otros 6 no tienen ingresos por este componente, ya en el componente pecuario solo 1 predio no hace reporte de especies bovinas, siendo este componente el que demuestra su superioridad en el momento de analizar los ingresos.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por



**Figura 24.** Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero familiar y especies menores

Fuente: elaboración propia

insumos. En esta tipología, la mano de obra es en su mayoría familiar, mientras que es muy poca la mano de obra contratada. Los análisis económicos son necesarios para determinar la rentabilidad de los predios o tomar decisiones para mejorar la economía del sistema productivo.

En la figura 26 se observa que los costos por mano de obra doblan los costos por insumos, teniendo en cuenta que los productores no ven los costos por mano de obra familiar como un costo, debido a que ellos no tienen que dar el dinero para el pago de esos jornales.

### INGRESOS POR COMPONENTE



**Figura 25.** Participación de los componentes en la generación de ingresos

Fuente: elaboración propia

### COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 26.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

### Balance económico

Revisando el balance, se observa que este es positivo, pues se genera en promedio una utilidad anual por finca de 26 484 558 pesos colombianos, es decir, 2 207 046 pesos colombianos en promedio mensual. Con esto se determinó que los sistemas productivos tienen unos ingresos para el mantenimiento de los sistemas. Aquí hay que tener en cuenta que los ingresos, debido al componente agrícola, son de autoconsumo.

En este grupo tuvimos un balance económico positivo, dado que un ganadero que reportó utilidades de alrededor de 175 millones de pesos colombianos al año, con una utilidad de 14 500 000 pesos colombianos mensuales; sin embargo, 8 de los predios tuvieron un balance negativo, reportando el sistema menos rentable con un déficit de 30 millones de pesos colombianos al año, alrededor de 2 500 000 pesos colombianos al mes.

### Tipologías de sistemas productivos en tierra firme intervención baja

Este estrato fisiográfico participa con el 24,8 % del total de la muestra objeto de estudio. Analizados los grupos, se determinaron dos tipologías de sistemas productivos en este estrato. Una tipología corresponde a un sistema ganadero, de tipo empresarial, debido a que requiere mucha mano de obra, y la otra es de tipo agropecuario, en la que se requiere realizar la venta de mano de obra para su sostenimiento.

#### Sistema productivo agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF)

Los 29 predios que hicieron parte de la tipología agropecuario con venta de mano de obra familiar representan el 76,3 % de los predios en el estrato de tierra firme intervención baja, se caracterizan por ser predios donde las familias se dedican a la actividad pecuaria y agrícola, son pequeños productores que no aplican ninguna clase de tecnología y que emplean la agricultura

convencional, por lo que sus ingresos no son suficientes y se ven en la necesidad de realizar labores extra-prediales. Las áreas dedicadas a cultivos están cultivadas con especies de pancoger como maíz, arroz, plátano, yuca, frutales y cacao; la producción es para autoconsumo y alimentación de animales, algunos excedentes son para la venta.

#### Uso del suelo

En esta tipología tenemos que las principales coberturas son pastos, cultivos de pancoger, bosques y rastrojos. En la tipología agropecuario con venta de mano de obra familiar, se encontró que la cobertura predominante está conformada por bosques, con un total de 2242 ha, lo que comprende el 64 % del área total de los 28 predios; la cobertura que sigue en orden de importancia, de acuerdo a su representatividad en el paisaje, son los pastos, con un área total de 759,3 ha que representan el 22 % de las coberturas existentes (figura 27).

Las áreas de rastrojos son las que siguen en orden de importancia, con 408,5 ha que representan el 12 % del área total, mientras que el área que se utiliza para cultivos de pancoger es de 81,7 ha, representando el 2 % del área total.

Los principales cultivos que se desarrollan son maíz, arroz, plátano, yuca, frutales y cacao. A estos cultivos no se les realiza ningún tipo de manejo agronómico y sus cosechas no las recogen en su totalidad, debido a que estas parcelas están muy distantes de las casas y son aprovechadas por los animales silvestres.

Con los datos tomados de las encuestas prediales se logró establecer que las áreas de potrero se componen de pastos mejorados, principalmente de *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha*, *humidícola*) y gramas dulces. Estas pasturas son carentes de arborización, por lo que, al ser analizadas a partir de imágenes satelitales, se evidencian parches de áreas intervenidas que perturban las conectividades biológicas en las cuencas.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología, los productores manejan las actividades agrícolas y pecuarias al mismo tiempo, obteniendo buenos resultados, ya que su producción es utilizada para la seguridad alimentaria y algunos excedentes para la comercialización. Las actividades por componentes se describen a continuación.

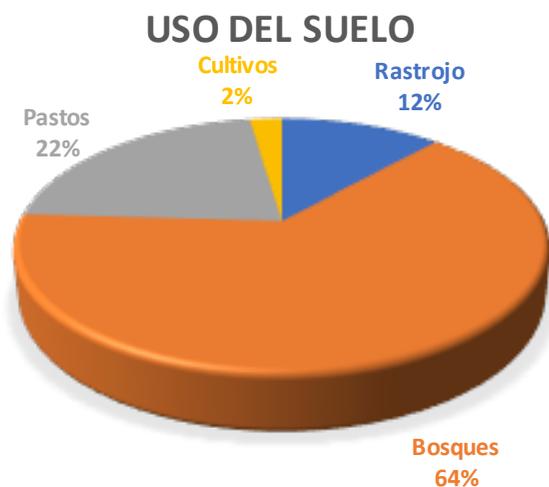
#### Componente agrícola

En esta tipología se manejan 6 especies de cultivos, siendo el plátano (*Musa spp.*) y el maíz (*Zea mays*) los que más área representan, con 24 ha y 23 ha, respectivamente, con áreas pequeñas. A estos cultivos los siguen el de yuca (*Manihot esculenta*), presente en 20 predios y ocupando un área de 19,4 ha; el cultivo de arroz (*Oriza sativa*), ocupando un área de 7,5 ha; el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), ocupando un área de 6 ha; y algunos frutales, que ocupan apenas un área de 1 ha. Estos cultivos no poseen sombra y no se les presta la asistencia necesaria para su producción (figura 28).

#### Componente pecuario

En este componente, se tiene que la ganadería es la actividad que más aporta a la economía de estas familias; las aves aportan ingresos al sistema, pero como autoconsumo. En esta tipología se manejan en total 630 cabezas de ganado de doble propósito, las cuales se sostienen en un área de 759 ha, es decir, un promedio de 0,83 cabezas de ganado por hectárea. Al pasar esta densidad a unidades de gran ganado, teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos, se tiene que la capacidad promedio es de 0,43 UGG/ha. Hay que considerar que, al desarrollarse la actividad ganadera en estas zonas, el deterioro de los recursos es creciente; de allí la necesidad de generar mecanismos de reconversión planificada para reducir el impacto ambiental. Del manejo del ganado se perciben otros ingresos relacionados, como venta de leche y sus derivados (figura 29).

En este grupo, las especies menores que se manejan son 359 aves y 18 cerdos a campo abierto, y dentro de las aves se manejan gallinas



**Figura 27.** Principales usos del suelo para la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar

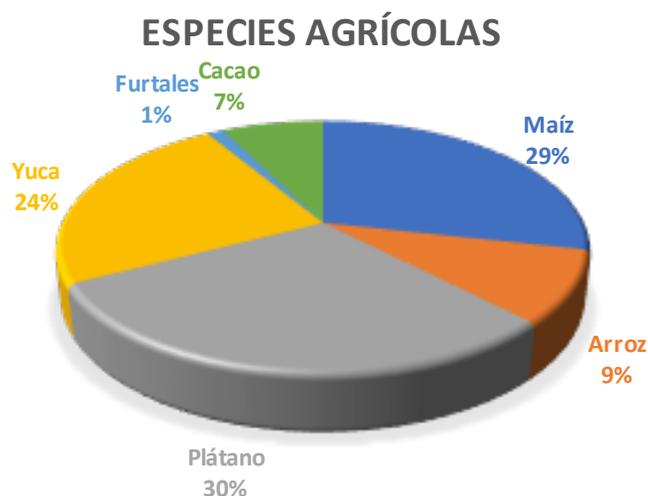
Fuente: elaboración propia

de campo, principalmente para autoconsumo, reduciendo los costos de la canasta familiar.

La ganadería es la principal actividad pecuaria que se maneja en esta tipología. En el manejo de las especies menores las aves y los cerdos son utilizados para autoconsumo y algunos excedentes se comercializan en la zona. El manejo de

especies menores no genera mayores impactos negativos en los recursos naturales, dado que se manejan en espacios reducidos, por lo que se convierte en una opción al momento de la planificación predial.

La integración de actividades agrícolas y pecuarias en el sistema permite que se logren



**Figura 28.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar

Fuente: elaboración propia



**Figura 29.** Especies pecuarias manejadas en la tipología agropecuaria con venta de mano de obra familiar

Fuente: elaboración propia

utilizar los subproductos, generando un equilibrio y haciendo que el sistema sea más sostenible.

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). En algunas fincas aprovechan la materia orgánica para la fertilización de sus cultivos. Su producción está alrededor de 119 578 000 pesos colombianos al año, más o menos 9 964 833 pesos colombianos al mes, lo que sería un promedio de 355 866 pesos colombianos por familia. Las especies menores son de autoconsumo, generan ingresos ocasionales con algunas ventas.

En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de pancoger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria. La venta de mano de obra en esta tipología no la realizan todos los productores, esta se hace en algunos predios, para contribuir a la economía familiar, y a pesar de que se realizan

este tipo de actividades no alcanzan para satisfacer las necesidades básicas.

Como se puede observar en la figura 30, el componente pecuario tiene un 61 % de los ingresos y el componente agrícola el 26 % de los ingresos, por concepto de venta de mano de obra los ingresos son por el orden del 13 %, teniendo en cuenta que no todas las familias ejercen esta actividad y considerando que buena parte de los recursos provenientes de la actividad agrícola no se obtiene en dinero, sino que son representados en un ahorro, al no tener que adquirirse los alimentos en el mercado externo.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por insumos. En estos predios la mano de obra es en su mayoría familiar, mientras la mano de obra contratada es poca. Es necesario realizar los análisis económicos para determinar la rentabilidad de los predios, y así tomar decisiones (figura 31).

Como se observa, los costos por mano de obra doblan a los costos que se adquieren por insumos, pero los productores no lo ven así,



**Figura 30.** Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias

Fuente: elaboración propia

debido a que ellos no deben pagar esos jornales, si no que hacen parte de su aporte al sistema.

#### Balance económico

Realizado el balance, se observa que es negativo, y que el sistema productivo no es rentable; estas familias no sienten ese déficit debido a que la mano de obra es familiar, el costo de la mano de obra no lo pagan en efectivo.

En este grupo, se encontró que 15 de los 29 productores tienen un balance económico negativo, el sistema menos rentable reportó un déficit de algo más de 25 millones de pesos al año, alrededor de 2 106 291 pesos colombianos al mes, debido a que sus costos rebasan sus ingresos, que son solo por agricultura. El sistema más rentable reporta utilidades de 44 millones de pesos colombianos al año, es decir, 3 366 666 pesos colombianos mensuales, y estos ingresos son por parte de la ganadería.

#### Sistema productivo ganadero empresarial (GaE)

Los 9 usuarios que representan esta tipología en sus sistemas productivos cuentan con alrededor de 1453 ha, las cuales representan el 23,7 %

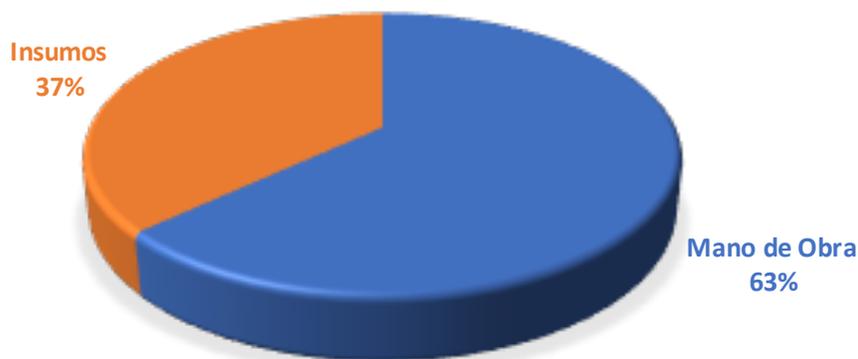
de los predios presentes en el estrato de tierra firme intervención baja. Son fincas cuya actividad principal se orienta a la ganadería de doble propósito con énfasis en la producción de leche para transformación. Se presentan pequeñas producciones agrícolas basadas en productos de pancoger, y las especies menores ayudan en la seguridad alimentaria.

La actividad ganadera aporta el 84 % del total de los ingresos anuales del sistema productivo. En términos de mano de obra empleada en el sistema, esta se distribuye en un 66 % contratada, mientras que la mano de obra familiar apenas es del 34 %.

#### Usos del suelo

Las principales coberturas que encontramos en esta y todas las tipologías encontradas en la zona del proyecto son cultivos agrícolas, pastos, bosques y rastrojos. En la tipología de ganadería empresarial se encontró que la cobertura predominante está conformada por pastos con un área de 783 ha, representando un 54 % del total del área de los predios que comprenden esta tipología. El área de bosques cuenta con un área de

### COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 31.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

566 ha, con un 39 % del área de cobertura. Los rastrojos, con 80 ha, que son áreas que se dejan en descanso después de haber sido utilizadas en cultivos o pastos, representan el 5 % del área.

Por último, está el área de cultivos con apenas el 2 %, que corresponde a 24,5 ha ocupadas principalmente por cultivos de pancoger (maíz, arroz, plátano, yuca), aunque también se encuentran algunos frutales y cacao, pero en menor cantidad (figura 32).

Los pastos que se manejan en estos predios son pastos mejorados, como *Brachiarias* y gramas dulces, y la mayoría, por no decir que la totalidad, son potreros descubiertos, desprovistos de una arborización. Estos datos fueron suministrados por los productores y verificados en campo.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología, la principal actividad productiva es la ganadería, por la cual se perciben los ingresos para estos predios. La actividad agrícola casi no se presenta; además, los productores también se ayudan con especies menores

en pequeñas cantidades, las cuales se usan para autoconsumo en su gran mayoría.

### Componente agrícola

En este componente los cultivos de pancoger son los que aportan a la seguridad alimentaria, encontrándose cultivos de maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), plátano (*Musa spp.*), yuca (*Manihot esculenta*), algunos frutales y cacao (*Theobroma cacao L.*). Solo un productor tiene cultivo de cacao, que ocupa un área de 2 ha, pero no se hace ningún tipo de manejo (figura 33).

### Componente pecuario

La especie más representativa en este componente es la bovina, con un 85 % de actividad con respecto a las otras especies, siendo esta la que genera los ingresos para estas familias. En este grupo de productores se maneja un total de 747 bovinos de doble propósito, los cuales se sostienen en un área de 783 ha, es decir, un promedio de 0,95 cabezas por ha. Pasando esta densidad a unidades de gran ganado, teniendo en cuenta



**Figura 32.** Principales usos del suelo para la tipología ganadera semiempresarial

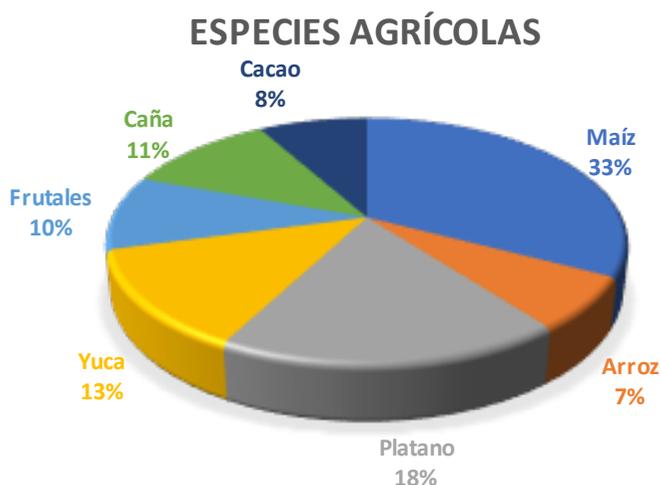
Fuente: elaboración propia

que se manejan animales de diferentes edades y pesos, se tiene que la capacidad promedio es de 1 UGG/ha. Con esto se está contribuyendo al deterioro de los recursos naturales, produciéndose un sobrepastoreo, por lo que se requiere generar componentes de planificación para reducir el impacto ambiental.

En el componente pecuario, con el manejo de la ganadería, se obtienen otros subproductos

como son leche para autoconsumo y comercialización, queso para la venta (muy poco para autoconsumo) y novillos para la venta.

Con respecto a las especies menores, las aves (gallinas criollas) representan el 11 % de las especies y ya en menor cuantía están los cerdos con apenas el 4 %, las producciones de estas especies se llevan a cabo sin la aplicación de ninguna tecnología (figura 34).



**Figura 33.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero empresarial

Fuente: elaboración propia



**Figura 34.** Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero empresarial

Fuente: elaboración propia

El subcomponente de especies menores, principalmente aves, se hace para autoconsumo y es poca la comercialización.

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). Las especies menores son de autoconsumo y generan ingresos ocasionales con algunas ventas.

En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de pancoger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria.

En la figura 35 se observa que el componente pecuario aporta el 90 % de los ingresos al sistema; el componente agrícola aporta apenas el 10 % de los ingresos, teniendo en cuenta que gran parte de los ingresos por agricultura no se obtienen en dinero, ya que son para autoconsumo. En 4 predios no se reportan ingresos por el componente

agrícola, es decir, no poseen ninguna clase de actividad agrícola.

#### Costos de producción

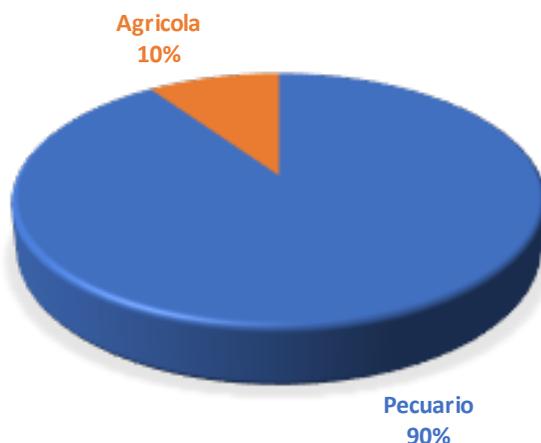
Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por insumos. En estos predios la mano de obra es contratada, de ahí el nombre de empresarial, y la mano de obra familiar es menor. Los análisis económicos son necesarios para determinar la rentabilidad de los predios y así tomar decisiones.

En la figura 36 se observa que los costos por mano de obra doblan a los costos por insumos, debido a que los productores no tienen tecnificados sus predios por lo que casi no recurren en insumos. La mano de obra es contratada y se presenta muy poca mano de obra familiar.

#### Balance económico

Revisando el balance, se observa que este es negativo, los costos rebasan los ingresos y con esto se determina que el sistema productivo no es rentable, desde el punto de vista económico, para estas familias. Para nadie es un secreto que

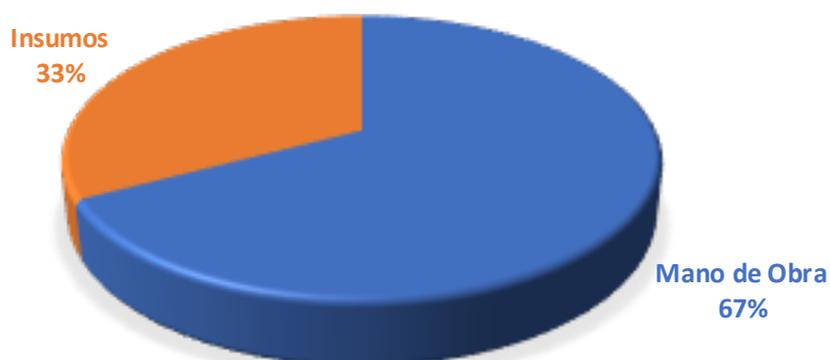
### INGRESOS POR COMPONENTE



**Figura 35.** Participación de los componentes en la generación de ingresos

Fuente: elaboración propia

## COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 36.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

en esta zona el comercio está regido por los cultivos ilícitos, de allí que no se dan cuenta de la rentabilidad de los predios.

En este grupo, se observó que solo 2 de los 9 predios presentan un balance positivo; el productor que más registró utilidades fue de 10 246 000 pesos colombianos al año, alrededor de 853 833 pesos colombianos al mes. El predio con el sistema menos rentable registró pérdidas por valor de 27 340 000 pesos colombianos al año, alrededor de 2 278 333 pesos colombianos al mes.

Estos análisis se realizaron con los datos suministrados por los finqueros y se ha reconocido que, en la mayoría de los casos, estos no corresponden a la realidad, por lo que los resultados pueden variar con las condiciones actuales de los sistemas de producción.

### Caracterización del estrato fisiográfico de vega

El paisaje de vega o valle aluvial consiste en un área influenciada por los aportes longitudinales de sedimentos acarreados por el río principal, los cuales pueden encontrarse dispuestos en

un plano, el cual sigue la dirección del flujo; paralelamente, genera, modela y da formas características de acumulación de sedimentos. Este paisaje se encuentra principalmente en el departamento del Caquetá en los ríos Caquetá, Orteguzaza, Caguán y Yará; con dos climas, cálido muy húmedo y húmedo, se distinguen los tipos de relieve plano de inundación y terrazas. El plano de inundación tiene litologías de sedimentos aluviales gruesos y medios, depósito de materiales aluviales gruesos a finos y depósitos orgánicos con alternancia de materiales aluviales finos. En las terrazas, que se pueden definir como remanentes de sedimentación, se ha iniciado la corriente como consecuencia del rejuvenecimiento del paisaje (Villota, 1991). Las terrazas se dividen en dos niveles: las medias, que tienen una litología de depósitos de materiales aluviales mixtos y sedimentos finos y moderadamente finos, y las terrazas altas, que tienen por litología sedimentos aluviales finos y moderadamente finos sobre capas de materiales heterométricos de gran espesor y depósitos aluviales finos y medios (Incoder e IICA, 2010; Betancurt *et al.*, 2015).

En esta unidad encontramos predios con cultivos de pancoger y pasturas como gramas nativas y algunos pastos mejorados, como las *Brachiarias*, pero aún predominan los bosques, con las áreas más extensas, seguidos de los rastrojos.

En cuanto al uso del suelo, se desarrollan principalmente las actividades agrícolas, seguidas de la ganadería familiar con una orientación de doble propósito.

### Tipologías de sistemas productivos en el estrato fisiográfico de vega

Este estrato fisiográfico participa con el 13,0 % del total de la muestra objeto de estudio. Analizados los grupos, se determinaron tres tipologías de sistemas productivos en este estrato: un sistema agrícola donde se requiere la venta de mano de obra para su sostenimiento, un sistema ganadero familiar caracterizado por una ganadería de doble propósito y un sistema agropecuario con una mano de obra familiar.

### Sistema productivo agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmof)

Los 10 predios que hacen parte de la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar representan el 50 % de los predios ubicados en el paisaje de vega. Se caracterizan por ser predios donde las familias se dedican a la actividad agrícola, principalmente, con muy poca actividad pecuaria; son pequeños productores, por lo que sus ingresos no son suficientes y se ven en la necesidad de realizar labores extra-prediales. Las áreas dedicadas a cultivos son especies de pancoger, como plátano, yuca, cacao y caña, y la producción es para autoconsumo y alimentación de animales, algunos excedentes son para la venta.

### Uso del suelo

En esta tipología, las principales coberturas son pastos, cultivos de pancoger, bosques y rastrojos.

En la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar, se encontró que la cobertura predominante está conformada por bosques, que ocupan un área total de 1369 ha, lo que comprende el 73 % del área total de los 10 predios; la cobertura que sigue en orden de importancia, de acuerdo a su representatividad en el paisaje, son los rastrojos con un área total de 295,5 ha, que representa el 16 % de las coberturas existentes.

Las áreas de pastos son las que siguen en orden de importancia, con 183 ha, representando el 10 % del área total, mientras que el área que se utiliza para cultivos de pancoger es de 16,5 ha, representando el 1 % del área total. Los principales cultivos que se desarrollan son plátano, yuca, cacao y caña, y a estos no se les realiza ningún tipo de manejo agronómico y sus cosechas no se recogen en su totalidad, debido a que estas parcelas están muy distantes de las casas y parte de estas son aprovechadas por los animales silvestres (figura 37).

Con los datos tomados de las encuestas prediales se logró establecer que las áreas de potrero se componen de pastos mejorados, principalmente de *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha*, *humidicola*) y grama dulce. Estas pasturas son carentes de arborización, por lo que, al ser analizadas a partir de imágenes satelitales, se evidencian parches de áreas intervenidas que perturban las conectividades biológicas en las cuencas.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología la principal actividad que los productores manejan es la agrícola, pero con poca diversidad de especies cultivadas y en su mayoría para autoconsumo; algunos excedentes se utilizan para la comercialización. Estas familias se ven en la necesidad de realizar labores extra-prediales para su sostenimiento. Las actividades por componentes se describen a continuación.

### Componente agrícola

En esta tipología se manejan 4 especies de cultivos, siendo el plátano (*Musa spp.*) y el cacao (*Theobroma cacao* L) los que más área representan, con 9 ha y 4,5 ha, respectivamente; a estos cultivos los sigue el cultivo de yuca (*Manihot esculenta*), presente en 3 predios y ocupando un área de 2 ha; y luego el cultivo de

caña (*Saccharum officinarum*), ocupando un área de 1 ha cultivada, presente en un solo predio. Los cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) están presentes en 4 predios, no poseen sombra y no se les presta la asistencia necesaria para su producción. Parte de la producción es para autoconsumo. En la figura 38 se muestra la distribución de los cultivos en esta tipología.



**Figura 37.** Principales usos del suelo para la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar

Fuente: elaboración propia



**Figura 38.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agrícola con venta de mano de obra familiar

Fuente: elaboración propia

### Componente pecuario

En este componente, se tiene que el número de animales no es representativo y estos son usados para autoconsumo. El manejo de especies bovinas se ejerce solo en 5 fincas, con un total de 111 cabezas de ganado, un promedio de 22 animales por finca. Es la actividad que más aporta a la economía de estas familias, pues se perciben otros ingresos relacionados como venta de leche y sus derivados. El otro subcomponente son las especies menores, en el que las aves y los cerdos aportan ingresos, pero en la mayoría de los predios se tienen para autoconsumo, reduciendo los costos de la canasta familiar.

Con respecto a las especies menores, el número de animales que se reportan son 57 aves y 10 cerdos, estas especies se manejan a campo abierto y dentro de las aves se encuentran gallinas de campo. En la figura 39 se muestra la distribución de las especies pecuarias.

La ganadería es la principal actividad pecuaria que se maneja en esta tipología. En el manejo de las especies menores las aves y los cerdos son utilizados para autoconsumo y algunos excedentes se comercializan en la zona. El manejo de especies menores no genera mayores impactos negativos a los recursos naturales, dado que se manejan en espacios reducidos, por lo que se convierte en una opción al momento de la planificación predial. La integración de actividades agrícolas y pecuarias en el sistema permite que se logren utilizar los subproductos, generando un equilibrio y haciendo que el sistema sea más sostenible.

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la agricultura, con el 50 %, dado que de esta se obtienen ingresos por valor de 15 020 000 pesos colombianos, por la comercialización de plátano, yuca y cacao, además

de contribuir a la seguridad alimentaria de las familias.

La venta de mano de obra en esta tipología aporta el 33 % de los ingresos, aunque no la realizan todos los productores. Esta se hace solo en algunos predios para contribuir a la economía familiar; a pesar de que se realizan este tipo de actividades, las familias no alcanzan a satisfacer las necesidades básicas. Las especies menores son de autoconsumo y generan ingresos ocasionales con algunas ventas.

En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de pancoger como plátano y yuca para autoconsumo, generando algunos ingresos y parte de la seguridad alimentaria. El cultivo de cacao, presente en 4 predios, muestra bajas productividades, por lo que no es rentable.

Como se puede observar en la figura 40, el componente agrícola tiene un 50 % de los ingresos y la venta de mano de obra aporta el 33 %, teniendo en cuenta que esta actividad no es ejercida por todas las familias, el componente pecuario aporta apenas el 17 % de los ingresos, considerando que buena parte de esos recursos no se obtienen en dinero, sino representados en un ahorro al no tener que adquirir los alimentos en el mercado externo.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por insumos. En estos predios predomina la mano de obra familiar, que representa el 82,22 %, mientras que la mano de obra contratada es apenas del 17,78 %. Es necesario realizar los análisis económicos para determinar la rentabilidad de los predios y así tomar decisiones, para hacerlos más eficientes.

Como se observa en la figura 41, los costos por insumos son del 60 %, mientras que los costos por mano de obra son del 40 %; en cuanto a los costos por mano de obra, los productores no lo ven como un gasto, debido a que ellos no

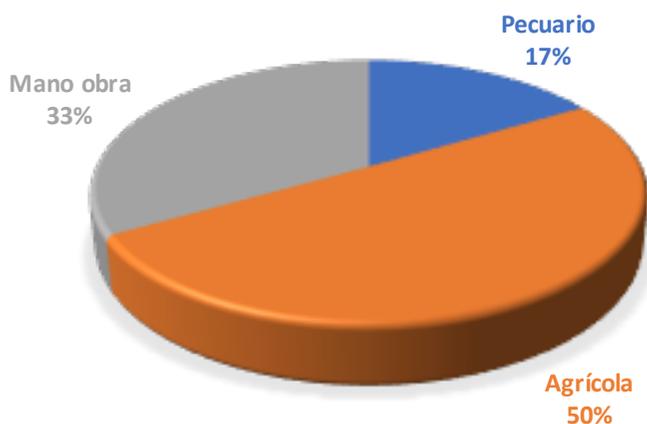
deben pagar esos jornales, si no que hacen parte de su aporte al sistema.

#### Balance económico

Realizado el balance económico, se observa que es negativo, mostrando que el sistema productivo no es rentable. Las familias no sienten ese déficit debido a que la mano de obra es familiar,

por lo que no hay un gasto en efectivo. En este grupo, se encontró que 7 de los productores tienen balance económico negativo, el sistema menos rentable reportó un déficit de algo más de 13 283 500 pesos colombianos al año, alrededor de 115 291 pesos colombianos al mes, debido a que los costos por insumos estuvieron muy elevados. El sistema más rentable reportó utilidades

### INGRESOS POR COMPONENTE



**Figura 40.** Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias

Fuente: elaboración propia

### COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 41.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

de 10 670 000 pesos colombianos al año, es decir, 889 166 pesos colombianos mensuales.

### Sistema productivo ganadero familiar (GaF)

Este sistema productivo representa el 30 % de los predios presentes en el estrato de vega. Son fincas cuya actividad principal se orienta a la ganadería de doble propósito con énfasis en la producción de leche para transformación. Se presentan pequeñas producciones agrícolas y de especies menores y algunos cultivos de pancoger. La actividad ganadera aporta el 60,68 % del total de los ingresos anuales del sistema productivo, y solo dos productores recurren a la venta de mano de obra en los predios vecinos. En términos de mano de obra empleada en el sistema, el 87,41 % es familiar, mientras que la mano de obra contratada es apenas del 12,59 %.

### Usos del suelo

Las principales coberturas halladas en esta y todas las tipologías encontradas en la zona del proyecto son cultivos agrícolas, pastos, bosques y rastrojos.

En la tipología de ganadería familiar, se encontró que la cobertura predominante está conformada por pastos con un 50 % del total del área de los predios, que comprenden esta tipología. El 41 % del área de cobertura está compuesta por bosques. La parte de rastrojos o cañeros está representada en un 6 % del área total. Cabe mencionar que los cañeros son las zonas que los productores dejan en descanso después de haberlas utilizado en cultivos o pasturas. Por último, está el área de cultivos con apenas el 3 %, ocupada principalmente por cultivos de pancoger (maíz, arroz, frutales, caña, cacao, plátano y yuca) (figura 42).

De acuerdo a lo indagado en la encuesta predial y lo observado en campo, las pasturas en su mayoría están conformadas por pastos mejorados, como *Brachiarias* y gramas dulces. Son pasturas carentes de arborización.

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología, la principal actividad productiva es la ganadería, por la cual se perciben los ingresos para estos predios. Por un lado, la actividad agrícola casi no se presenta, hay unos



**Figura 42.** Principales usos del suelo para la tipología ganadero familiar

Fuente: elaboración propia

cultivos de cacao, pero no son administrados y no representan mayores ingresos; por otro lado, las familias se ayudan con especies menores en pequeñas cantidades, que usan para autoconsumo y venta. Las actividades por componentes se describen a continuación.

#### Componente agrícola

En el componente agrícola, los cultivos de pan-coger aportan a la seguridad alimentaria de la familia debido a que en su mayoría son para autoconsumo. Los principales cultivos, en orden de importancia por área, son maíz (*Zea mays*) con el 34 % del área de cultivos, plátano (*Musa spp.*) con el 20 %, yuca (*Manihot esculenta*) con el 17 %, cacao (*Theobroma cacao L.*) con el 11 %, caucho (*Hevea brasiliensis*) con el 6 % y frutales con el 3 %. Al cultivo de cacao en estas zonas no se les realiza ningún tipo de manejo, pues lo desconocen (figura 43).

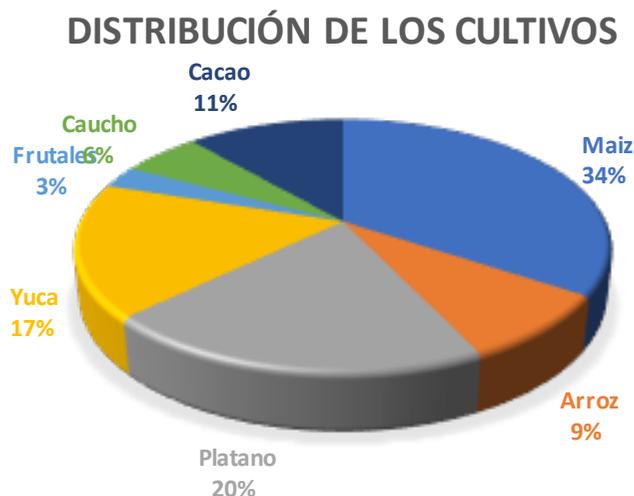
#### Componente pecuario

La especie más representativa en este componente es la bovina, siendo esta la que genera

los ingresos para las familias. En este grupo de productores, se maneja un total de 146 bovinos de doble propósito, los cuales se sostienen en un área de 253 ha, es decir, un promedio de 0,57 cabezas por ha. Pasando esta densidad a unidades de gran ganado, teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos, se tiene que la capacidad promedio es de 0,35 UGG/ha. Con esto se está contribuyendo al deterioro de los recursos naturales y no se están aprovechando las áreas, produciéndose un sobrepastoreo, por lo que se requiere generar componentes de planificación para reducir el impacto ambiental.

En el componente pecuario, a partir del manejo de la ganadería, se obtiene leche para autoconsumo y comercialización, queso principalmente para la venta (muy poco para autoconsumo) y novillos para la venta.

En esta tipología, el manejo de especies menores solo reporta 97 aves, principalmente de corral (como gallinas criollas), con el 40 %, y 1 cerdo. Estas especies son para ayuda de la seguridad alimentaria (figura 44).



**Figura 43.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología ganadero familiar

Fuente: elaboración propia

## Análisis económico

### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la ganadería, dado que de esta se obtienen productos objeto de comercialización (leche, queso y venta de novillos destetos). Las especies menores son de autoconsumo. En la parte agrícola, se manejan algunos cultivos de

pancoger para autoconsumo, generando ingresos ocasionales y parte de la seguridad alimentaria.

El 95 % de los ingresos percibidos en los predios agrupados en esta tipología proviene de actividades pecuarias y solo un 5 % de actividades agrícolas, y gran parte de los ingresos por agricultura no se obtiene en dinero, ya que es para la seguridad alimentaria del grupo familiar (figura 45).



**Figura 44.** Especies pecuarias manejadas en la tipología ganadero familiar

Fuente: elaboración propia



**Figura 45.** Participación de los componentes en la generación de ingresos

Fuente: elaboración propia

Solo 3 de los 9 predios que integran esta tipología tienen cultivos de pancoger, los otros 6 no tienen ingresos por este componente; en el componente pecuario, solo 1 predio no hace reporte de especies bovinas, siendo este componente el que demuestra su superioridad en el momento de analizar los ingresos.

### Costos de producción

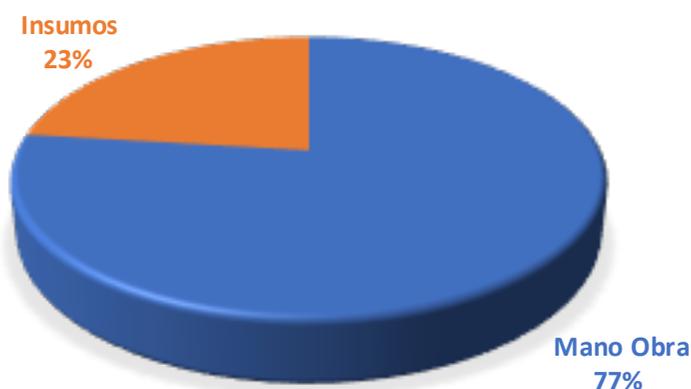
Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y, en menor cantidad, por insumos. En esta tipología, la mano de obra es familiar, y es muy poca la mano de obra que se contrata. Los análisis económicos son necesarios para determinar la rentabilidad de los predios o, si es necesario, tomar decisiones para mejorar la economía del sistema productivo.

La figura 46 muestra que los costos por mano de obra doblan los costos por insumos, aun teniendo en cuenta que los costos por mano de obra familiar no son considerados por los productores como un gasto, debido a que ellos no tienen que dar el dinero para el pago de esos jornales.

### Balance económico

Revisando el balance, se observa que este es positivo, y se genera en promedio una utilidad anual por finca de 6 549 900 pesos colombianos, alrededor de 545 825 pesos colombianos en promedio mensual. Con esto determinamos que los sistemas productivos tienen unos ingresos para el mantenimiento de los sistemas, pero no les alcanza para la manutención de las familias. Aquí hay que tener en cuenta que los ingresos por el componente agrícola son de autoconsumo. En este grupo, tenemos un balance económico positivo, pues un ganadero reportó utilidades de alrededor de 14 476 700 pesos colombianos al año, dando una utilidad de 1 206 391 pesos colombianos mensuales. Sin embargo, tres de los predios tuvieron un balance negativo, reportando el sistema menos rentable un déficit de 17 012 800 pesos colombianos al año, alrededor de 1 417 733 pesos colombianos mensuales; a este productor se le suben los costos, pero hay que tener en cuenta que la mano de obra que presta en su predio es familiar, por lo que ellos no lo identifican.

## COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 46.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

### Sistema productivo agropecuario familiar (AgpF)

Los tres predios que hacen parte de la tipología agropecuario familiar representan el 15 % de los predios en el estrato de vega, se caracterizan por ser predios donde las familias son pequeños productores dedicados a la actividad agrícola y pecuaria. Las áreas dedicadas a cultivos presentan especies de pancoger como plátano, yuca y cacao, la producción es para autoconsumo y alimentación de animales y algunos excedentes son para la venta.

### Uso del suelo

En esta tipología tenemos que las principales coberturas son pastos, cultivos de pancoger, bosques y rastrojos. En la tipología agropecuario familiar, se encontró que la cobertura predominante está conformada por bosques, con un total de 371 ha, lo que comprende el 66 % del área total de los 3 predios; la cobertura que le sigue en orden de importancia, de acuerdo a su representatividad en el paisaje, son las pasturas con un área total de 120 ha, que representan el 21 % de las coberturas existentes (figura 47).

Las áreas de rastrojo son las que siguen en orden de importancia con 40 ha, que representan el 20,31 % del área total. Estas áreas son de descanso, para posteriormente ser utilizadas en cultivos; mientras que el área que se utiliza para cultivos de pancoger es de 36 ha, representando el 6 % del área total. Los principales cultivos que se desarrollan son plátano, yuca y cacao. A estos cultivos no se les realiza ningún tipo de manejo agronómico y sus cosechas no se recogen en su totalidad debido a que estas parcelas están muy distantes de las casas y parte de ellas son aprovechadas por los animales silvestres.

Con los datos tomados de las encuestas prediales se logró establecer que las áreas de potrero se componían de pastos mejorados, principalmente de *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha*, *humidicola*) y grama dulce. Estas pasturas son carentes de arborización, por lo que, al ser analizadas a partir de imágenes satelitales, se evidencian parches de áreas intervenidas que perturban las conectividades biológicas en las cuencas.



**Figura 47.** Principales usos del suelo para la tipología agropecuaria familiar

Fuente: elaboración propia

### Análisis de las actividades productivas

En esta tipología, los productores manejan las actividades agrícolas y pecuarias al mismo tiempo, con buenos resultados, ya que su producción es utilizada para la seguridad alimentaria y algunos excedentes para la comercialización. Las actividades por componentes se describen a continuación.

#### Componente agrícola

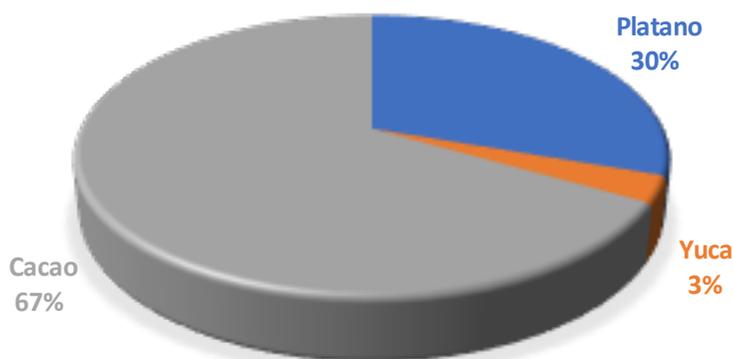
Este es el componente que más genera ingresos en esta tipología. Se manejan 3 especies de cultivos, donde el principal es el cacao (*Theobroma cacao* L.), presente en 22 ha que representan el 67 % respecto a la distribución de los cultivos en los predios; a este cultivo lo sigue el de plátano (*Musa* spp.), ocupando 10 ha que representan el 30 %; luego se ubica la yuca (*Manihot esculenta*), ocupando un área de 1 ha, que representa el 3 % de la distribución de los cultivos en los predios. La producción de estos cultivos es para autoconsumo y alimentación de animales domésticos y salvajes, debido a que las áreas de cultivos están retiradas de las viviendas (figura 48).

#### Componente pecuario

En este componente, la actividad ganadera no es la que más aporta a la economía de estas familias. Las aves aportan algunos ingresos al sistema, pero como autoconsumo. En esta tipología se manejan en total 133 cabezas de ganado de doble propósito, los cuales se sostienen en un área de 120 ha, es decir, un promedio de 1,1 cabezas de ganado por hectárea. Al pasar esta densidad a unidades de gran ganado, teniendo en cuenta que se manejan animales de diferentes edades y pesos, se tiene que la capacidad promedio es de 1 UGG/ha. Hay que considerar que, al desarrollarse la actividad ganadera en estas zonas, el deterioro de los recursos es creciente; de allí la necesidad de generar mecanismos de reconversión planificada para reducir el impacto ambiental. Del manejo del ganado se perciben otros ingresos relacionados como venta de leche y sus derivados.

En este grupo las especies menores que se manejan son 53 aves y 1 cerdo a campo abierto, dentro de las aves se manejan gallinas de campo, las cuales se crían principalmente para autoconsumo, reduciendo los costos de la canasta familiar.

## DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS



**Figura 48.** Distribución de cultivos agrícolas para la tipología agropecuaria familiar

Fuente: elaboración propia

En la figura 49 se observa que la ganadería es la principal actividad pecuaria que se maneja en esta tipología, representando el 71 % de las especies manejadas. Siguiendo en orden descendente, se tienen las especies menores, aves con el 28 % y cerdos el 1 % (1 cerdo por finca). Las especies menores son utilizadas para autoconsumo y muy pocos excedentes se comercializan en la zona.

El manejo de especies menores no genera impactos negativos a los recursos naturales, dado que se maneja en espacios reducidos, por lo que se convierte en una opción al momento de la planificación predial. La integración de actividades agrícolas y pecuarias en el sistema permite que se logren utilizar los subproductos, generando un equilibrio y haciendo que el sistema sea más sostenible.

### Análisis económico

#### Ingresos

La principal actividad generadora de ingresos para esta tipología es la agricultura, con el 58 %, de cultivos de plátano y cacao, principalmente; su producción está alrededor de 50 774 000

pesos colombianos al año, lo que nos daría al mes un promedio de 4 231 166 pesos colombianos, es decir, 1 410 388 pesos colombianos en promedio por finca; la actividad pecuaria aporta también ingresos, pero en un 42 %, mediante productos objeto de comercialización en menor cuantía, como leche, queso y venta de novillos destetos.

Por un lado, las especies menores son de autoconsumo y, sin embargo, generan ingresos ocasionales con algunas ventas; por otro lado, las familias también se ayudan de los cultivos agrícolas para la seguridad alimentaria.

Se observa en la figura 50 que el componente agrícola constituye el 58 % de los ingresos, mientras el componente pecuario abarca el 42 %. No obstante, debe considerarse que buena parte de los recursos por agricultura no se obtienen en dinero, sino que representan un ahorro para la familia, al no tener que adquirirse los alimentos en el mercado externo.

#### Costos de producción

Los principales costos que tienen estos predios son por mano de obra y en menor cantidad por



**Figura 49.** Especies pecuarias manejadas en la tipología agropecuaria familiar

Fuente: elaboración propia

insumos. En estos predios la mano de obra es familiar, pero sin embargo se contrata también mano de obra. Es necesario realizar los análisis económicos para determinar la rentabilidad de los predios y así tomar decisiones.

En la figura 51 se observa que los costos por mano de obra están por encima de los costos que adquieren por insumos; sin embargo, los

productores no lo interpretan de esta manera, debido a que los jornales de la mano de obra familiar no los deben pagar en efectivo, si no que hacen parte de su aporte al sistema.

#### Balance económico

Realizado el balance, se observa que es positivo, generando una utilidad de 35 634 000 d pesos

### INGRESOS POR COMPONENTE



**Figura 50.** Participación de los componentes en la generación de ingresos a las familias

Fuente: elaboración propia

### COSTOS DE PRODUCCIÓN



**Figura 51.** Representatividad de los costos de producción

Fuente: elaboración propia

colombianos al año, alrededor de 2 969 500 pesos colombianos al mes, es decir 989 833 pesos colombianos en promedio por finca; así el sistema productivo tiene una rentabilidad. No obstante, en este grupo se encontró que 1 de los productores tuvo balance económico negativo, reportando

un déficit de algo más de 12 706 000 pesos colombianos al año, esto debido a que su mano de obra familiar es muy elevada y el costo de los insumos es alto. El sistema más rentable reporta utilidades de 46 330 000 pesos colombianos al año, es decir, 3 860 833 pesos colombianos mensuales.

# Línea base de los indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos caracterizados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis de la información tomada en campo, correspondiente a los indicadores de sostenibilidad de los 64 predios evaluados para la obtención de la línea base, siguiendo la metodología establecida por el Instituto Sinchi en la “línea base de la sostenibilidad de los sistemas productivos en el Caquetá” y realizando análisis de varianza entre estratos fisiográficos y tipologías, además de un análisis de componentes principales (ACP) para eliminar aquellos indicadores que no aportaban variación al estudio. Se describe como primera medida la sostenibilidad a nivel de estratos fisiográficos, y seguidamente por estrato y tipología, allí se

evaluaron las unidades fisiográficas de tierra firme intervención alta, tierra firme intervención media, tierra firme intervención baja y vega.

## Análisis entre los estratos fisiográficos de los sistemas productivos

### Indicador de sostenibilidad general de los sistemas productivos

La sostenibilidad de los sistemas productivos en la zona de estudio en el municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá, oscila entre 2,6 y 2,8, representando valores de media sostenibilidad (tabla 11). La unidad fisiográfica

**Tabla 11.** Medias de indicadores de sostenibilidad con respecto a los estratos fisiográficos de los sistemas de producción del departamento del Caquetá

Dimensiones sostenibilidad	Estratos fisiográficos								P-valor
	TFIA		TFIM		TFIB		VEGA		
	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	
ISM <sub>MRH</sub>	4,00±	0,32a	3,6±	0,1a	3,36±	0,12a	3,56±	0,19a	0,2137
ISM <sub>MRS</sub>	3,33±	0,33ab	3,07±	0,1ab	2,86±	0,12a	3,33±	0,19b	0,1541
ISM <sub>RAGR</sub>	3,00±	0,36a	3,27±	0,11a	3,41±	0,13a	3,00±	0,21a	0,3478
ISM <sub>RECO</sub>	1,67±	0,29a	1,7±	0,09a	1,64±	0,11a	1,89±	0,17a	0,6484
ISM <sub>RESOC</sub>	3,33±	0,25a	3,00±	0,08a	3,05±	0,09a	2,78±	0,14a	0,2309
ISM <sub>RINST</sub>	1,67±	0,59a	2,07±	0,19a	2,36±	0,22a	3,22±	0,34b	0,0249
ISSPP	2,67±	0,21a	2,83±	0,07a	2,86±	0,08a	2,89±	0,12a	0,8258

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISM<sub>MRH</sub>), indicador de sostenibilidad edáfico (ISM<sub>MRS</sub>), indicador de sostenibilidad agronómico (ISM<sub>RAGR</sub>), indicador de sostenibilidad económico (ISM<sub>RECO</sub>), indicador de sostenibilidad social (ISM<sub>RESOC</sub>), indicador de sostenibilidad institucional (ISM<sub>RINST</sub>) e indicador de sostenibilidad general (ISSPP).

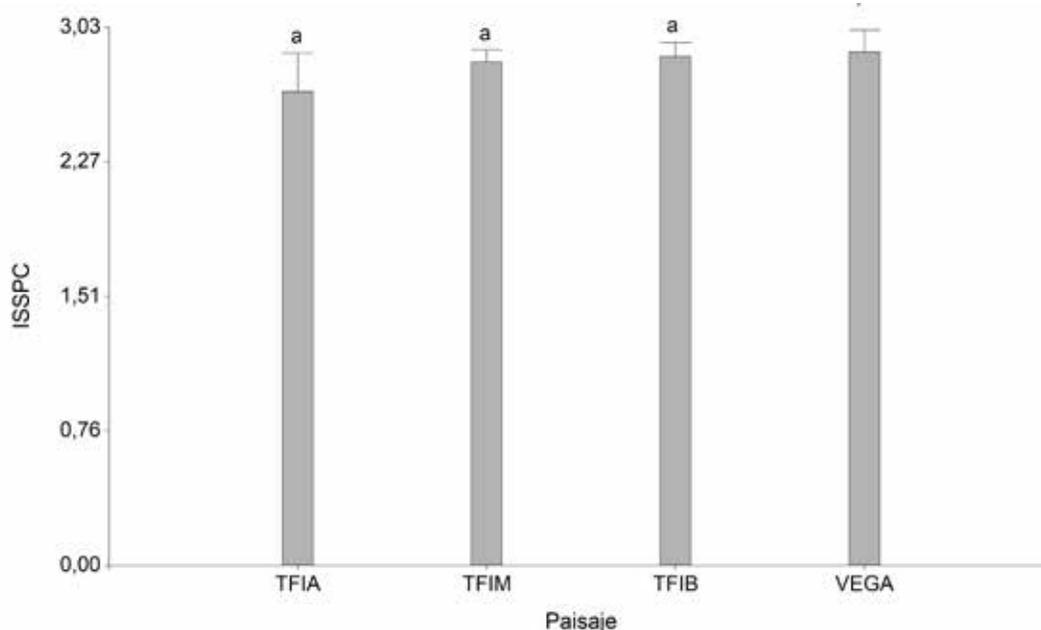
Fuente: elaboración propia

que muestra el mayor valor se ubica en la zona de vega (2,89), mientras que el estrato fisiográfico de tierra firme intervención alta registra el menor valor entre todos los estratos evaluados (2,67) (figura 52). Según la tabla 11, no se encontraron diferencias significativas entre los estratos fisiográficos evaluados para el indicador general (ISSPP) ( $P \leq 0,05$ ).

El nivel de sostenibilidad no varía entre estratos fisiográficos debido a que muchos de los colonos replicaron las prácticas productivas propias de la zona andina, desconociendo las características de fragilidad de los ecosistemas existentes. Esto debido a la falta de vías de acceso y acompañamiento de instituciones que apoyaran la asistencia técnica para los procesos productivos de los sistemas.

Los resultados de esta investigación son similares a los encontrados por Betancurt *et al.* (2015) en la línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el Caquetá, quienes reportaron valores de media sostenibilidad (2,6 a 3,2). Según estos autores, el nivel de sostenibilidad de los sistemas productivos se basa en el capital natural, económico y social que posean.

En la tabla 11 se muestran las medias, siendo el estrato tierra firme intervención alta el de menor sostenibilidad. El estrato de vega presentó el mayor valor de sostenibilidad. En general, los estratos fisiográficos se clasifican en medianamente sostenibles, según la tabla cualitativa de la sostenibilidad.



**Figura 52.** Indicador de sostenibilidad general para el municipio de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá (isspp)

Tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega (VEGA). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia

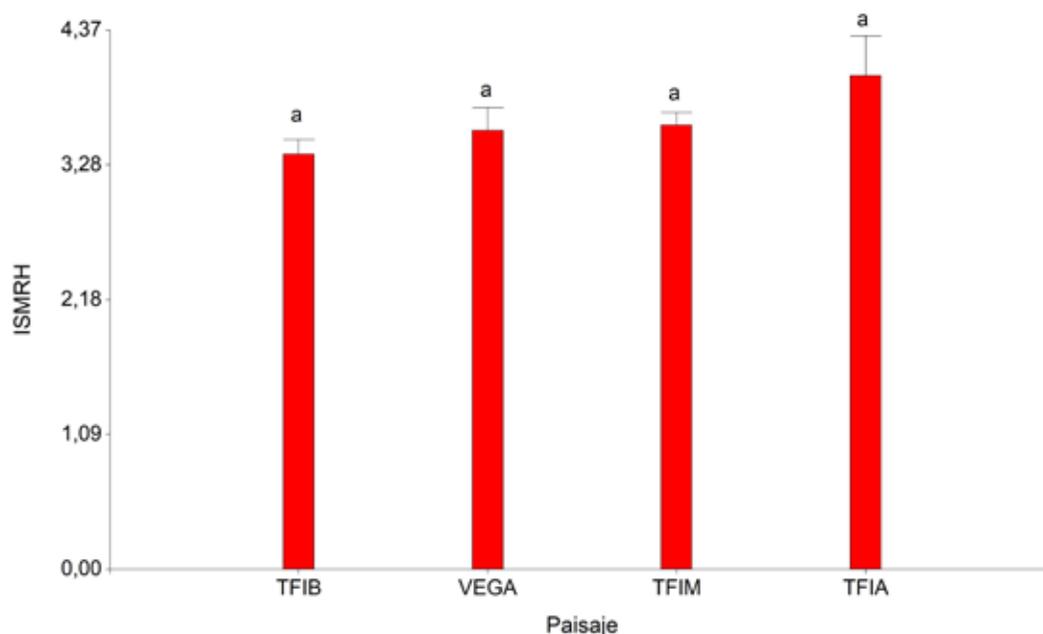
### Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso hídrico de los sistemas productivos

En la tabla 11 se observan los estratos fisiográficos, en cuanto a los indicadores del mantenimiento del recurso hídrico se evidenciaron valores entre (3,3 a 4,0) correspondientes a valores de media a potencialmente sostenible. Los resultados de esta investigación son similares a los encontrados por Betancurt *et al.* (2015) y el Instituto Sinchi (2014), que reportaron valores de media sostenibilidad (3,7 a 3,8). Como se puede observar en la figura 53, no se evidencian diferencias significativas entre los estratos fisiográficos, esto puede deberse a que en la zona de estudio los sistemas productivos utilizan las prácticas convencionales, dando un

efecto negativo al mantenimiento del recurso hídrico. Las fuentes hídricas no están completamente protegidas del acceso del ganado ya que se practica la ganadería extensiva y no se cuenta con bebederos.

### Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso suelo del sistema productivo

El indicador del mantenimiento del recurso suelo (ISMRS) osciló entre valores de media sostenibilidad (2,8 a 3,3), según se muestra en la tabla 12. Se presentaron diferencias significativas entre el estrato fisiográfico tierra firme intervención baja y el estrato de vega, con medias de 2,8 y 3,3, respectivamente (figura 54). Similar a lo reportado por Betancurt *et al.* (2015), para el estrato



**Figura 53.** Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso hídrico” (ismrh) en los estratos fisiográficos

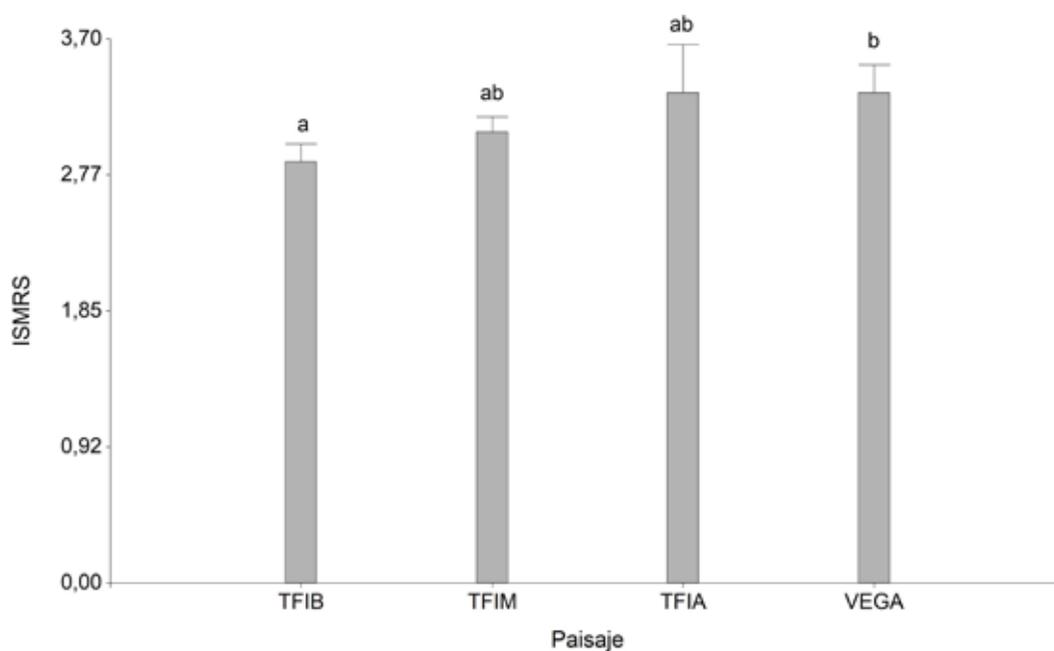
Tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega (VEGA). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0.05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia

de lomerío intervención baja y media se tienen unas medias por debajo de 3 en el departamento del Caquetá, en lo que coincide el Instituto Sinchi (2014). Los bajos valores de las medias en los estratos fisiográficos de tierra firme baja intervención pueden deberse al uso intensivo de los procesos agropecuarios, principalmente de la ganadería, que han generado la degradación de los suelos, especialmente en los indicadores biológicos, y a la ausencia de prácticas de manejo de conservación del suelo. También los niveles de fertilidad del suelo son bajos, son suelos pobres en minerales y materia orgánica, y les falta la adopción de nuevas técnicas de producción que empleen buenas prácticas agrícolas (BPA).

### Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso agronómico del sistema productivo

Con relación a los indicadores de sostenibilidad agronómicos (ISMRA), estos no presentan diferencias significativas entre estratos fisiográficos, mostrando valores potencial y medianamente sostenibles (3,0 a 3,4) (tabla 12). Los estratos fisiográficos que ostentaron el menor nivel de sostenibilidad fueron vega y tierra firme intervención alta (3,0) (figura 55). Este nivel se debe a que en la zona solo se realizan cultivos de pancoger en un ámbito orgánico, sin la utilización de insumos químicos y estableciendo más de un cultivo en la parcela. En cuanto a las pasturas,



**Figura 54.** Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso suelo” (ismrs) en los estratos fisiográficos

Tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega (VEGA). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 12.** Medias de indicadores de sostenibilidad con respecto a los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas de producción del municipio de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá

Dimensiones de sustentabilidad	Tierra firme intervención alta			Tierra firme intervención media						Tierra firme intervención baja						Vega						P-valor	
	GaSe		GaPcEmF	AgF		GaFEm		GaPcEmF		AgpVmoF		GaE		AgpVmoF		GaF		AgVmoF		AgpF			
	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	Media		E.E.
ISM <sub>RH</sub>	4,00±	0,57a	4,00±	0,40a	3,00±	0,57a	3,40±	0,25a	3,56±	0,14a	3,88±	0,20a	3,33±	0,23a	3,38±	0,14a	3,50±	0,28a	3,50±	0,28a	4,00±	0,57a	0,5564
ISM <sub>RS</sub>	3,00±	0,57a	3,50±	0,40a	3,00±	0,57a	2,80±	0,25a	3,19±	0,14a	3,00±	0,20a	3,00±	0,23a	2,81±	0,14a	3,00±	0,28a	3,50±	0,28a	4,00±	0,57a	0,3535
ISM <sub>RAGR</sub>	3,00±	0,50ab	3,00±	0,36ab	3,00±	0,50ab	3,80±	0,22b	3,38±	0,13b	2,75±	0,18a	3,83±	0,21b	3,25±	0,13b	3,75±	0,25b	2,25±	0,25a	3,00±	0,50ab	0,0002
ISM <sub>RECO</sub>	1,00±	0,50a	2,00±	0,35a	2,00±	0,50a	2,00±	0,22a	1,63±	0,12a	1,63±	0,18a	1,83±	0,20a	1,56±	0,12a	1,75±	0,25a	2,00±	0,25a	2,00±	0,50a	0,5463
ISM <sub>RESOC</sub>	2,00±	0,39a	4,00±	0,28c	3,00±	0,39ab	3,00±	0,18ab	3,06±	0,10b	2,88±	0,14ab	3,00±	0,16ab	3,06	0,10b	2,75±	0,20ab	2,75±	0,20ab	3,00±	0,39ab	0,0192
ISM <sub>RINST</sub>	1,00±	1,05a	2,00±	0,74ab	1,00±	1,05a	2,60±	0,47ab	2,13±	0,26ab	1,75±	0,37a	2,33±	0,43ab	2,38±	0,26ab	3,50±	0,53b	3,00±	0,53ab	3,00±	1,05ab	0,2161

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISM<sub>RH</sub>), indicador de sostenibilidad edáfico (ISM<sub>RS</sub>), indicador de sostenibilidad agrónomo (ISM<sub>RAGR</sub>), indicador de sostenibilidad económico (ISM<sub>RECO</sub>), indicador de sostenibilidad social (ISM<sub>RESOC</sub>), indicador de sostenibilidad institucional (ISM<sub>RINST</sub>). Tierra firme intervención alta: ganadero semiempresarial (GaSe), ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF); tierra firme intervención media: agrícola familiar (AgF), ganadero familiar con especies menores (GaFEm), ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), agropecuario con venta mano de obra familiar (AgpVmoF); tierra firme intervención baja: ganadero empresarial (GaE), agropecuario con venta mano de obra familiar (AgpVmoF); vega: ganadero familiar (GaF), agrícola con venta mano de obra familiar (AgVmoF), agropecuario familiar (AgpF).

Fuente: elaboración propia

son pasturas en asocio y nuevas pasturas, por lo que se nota el vigor en las mismas. Estas las están renovando por medio de quemas, y esta práctica deteriora el suelo al ir eliminando toda clase de organismos.

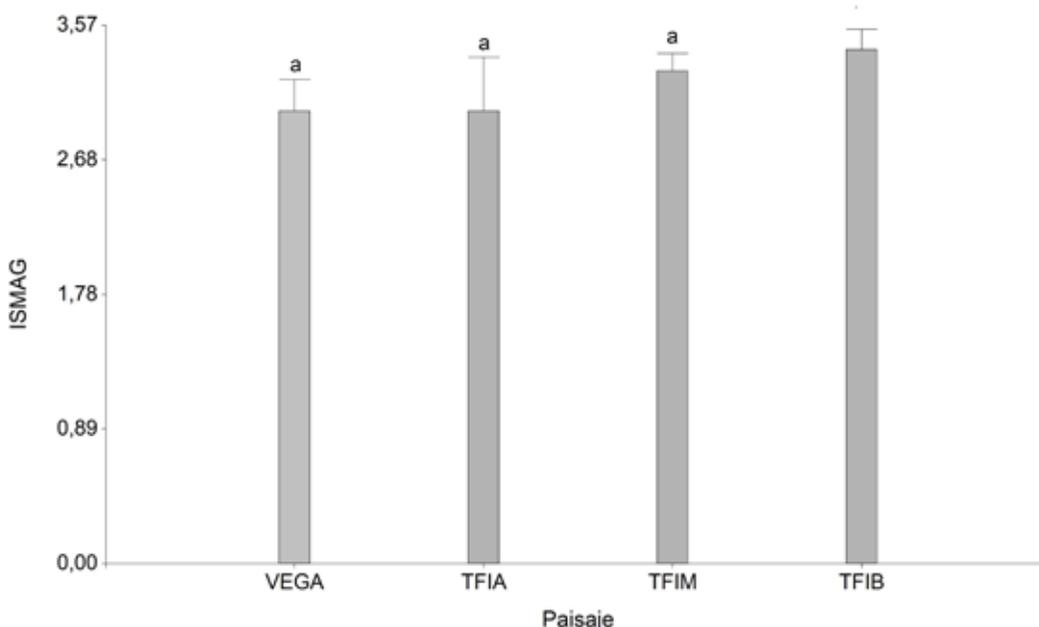
### Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso económico del sistema productivo

Al analizar los estratos fisiográficos de acuerdo a los indicadores de sostenibilidad del mantenimiento del recurso económico (ISMRECON) no se evidenciaron diferencias significativas entre los estratos evaluados (tabla 12). El estrato de vega presentó el mayor valor (1,8), seguido por el estrato de tierra firme intervención media (1,7) (figura 56), clasificándose como insostenible, según la valoración cualitativa de la sostenibilidad, debido a que sus costos exceden los

ingresos del sistema productivo, emplean mucha mano de obra familiar que no tienen en cuenta y no hay una producción estable que se mantenga en el tiempo, ya que no hay un mercado definido para la comercialización de estos productos. A diferencia de lo reportado en Betancurt *et al.* (2015), donde el indicador económico es medianamente sostenible, se puede decir que los predios se encuentran cerca a los centros poblados.

### Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso social del sistema productivo

Con respecto a los indicadores de sostenibilidad del mantenimiento del recurso social (ISMRESOC), no hay diferencias significativas entre estratos fisiográficos, y se presentan valores de media potencialmente sostenibles (2,7 a 3,3), de acuerdo a la tabla 12. Se observa que los



**Figura 55.** Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso agronómico” (ismrag) en los estratos fisiográficos

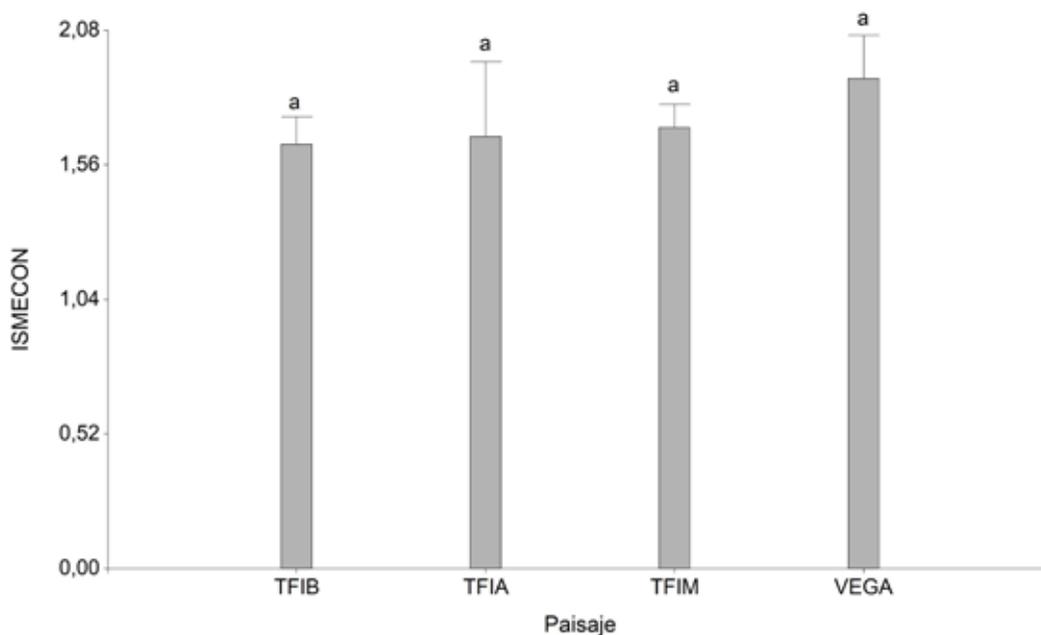
Tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega (VEGA). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia

estratos fisiográficos que evidenciaron mayor sostenibilidad se encuentran en las unidades de tierra firme en sus tres intervenciones (alta, media y baja) (3,0 a 3,3), mientras que el estrato de vega ostentó el menor nivel de sostenibilidad (2,78) (figura 57). Estos valores obedecen a los principios de los indicadores que conforman la dimensión social, que son la calidad de vida, la asociatividad, el conocimiento del sistema productivo y la seguridad alimentaria. Los beneficiarios de esta zona se asocian principalmente a las juntas de acción comunal, y estas a su vez conforman los núcleos veredales. Algunos se han asociado al comité Chocaguán, en el que realizaban transformación artesanal de cacao. Otra falencia que se presentó fue la seguridad alimentaria, ya que son muy pocos los artículos que se producen en los predios para el sustento.

### Indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso institucional del sistema productivo

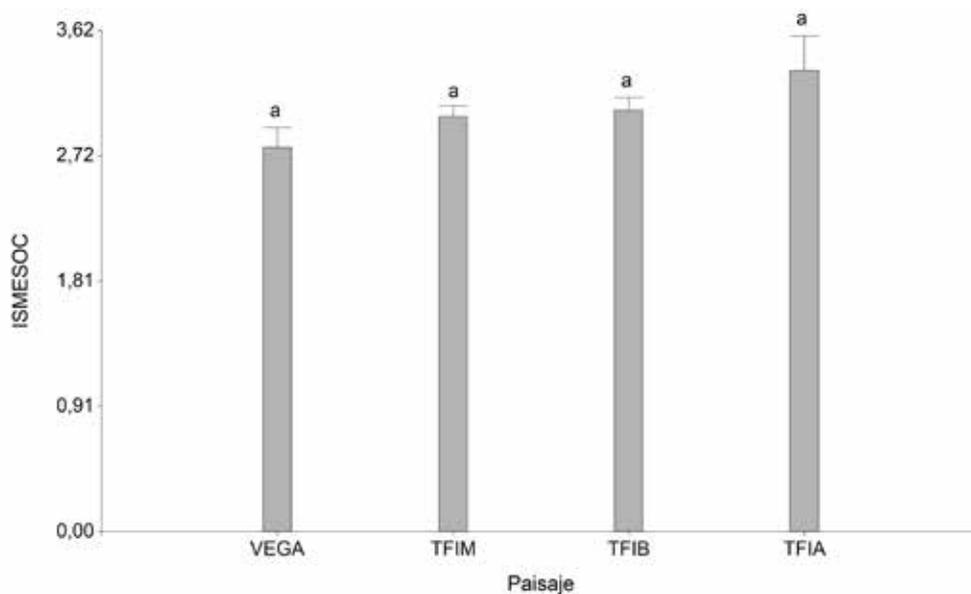
Al analizar los estratos fisiográficos con respecto a los indicadores del recurso institucional, se presentaron diferencias significativas entre el estrato vega y el resto de los estratos evaluados (tabla 12). Los valores medios están dentro del rango 1,67 a 3,22, siendo el estrato de vega potencialmente sostenible a diferencia de tierra firme intervención alta, que presentó un valor insostenible; los estratos fisiográficos de tierra firme intervención media y baja se catalogan como medianamente sostenibles (figura 58). De acuerdo con lo anterior, se observa que el apoyo por parte de las instituciones no se ha consolidado, debido a la falta de vías de acceso y la presencia de grupos armados al margen de la ley. Con el ingreso del Instituto Sinchi mediante este



**Figura 56.** Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso económico” (ismrecon) en los estratos fisiográficos

Tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega (VEGA). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

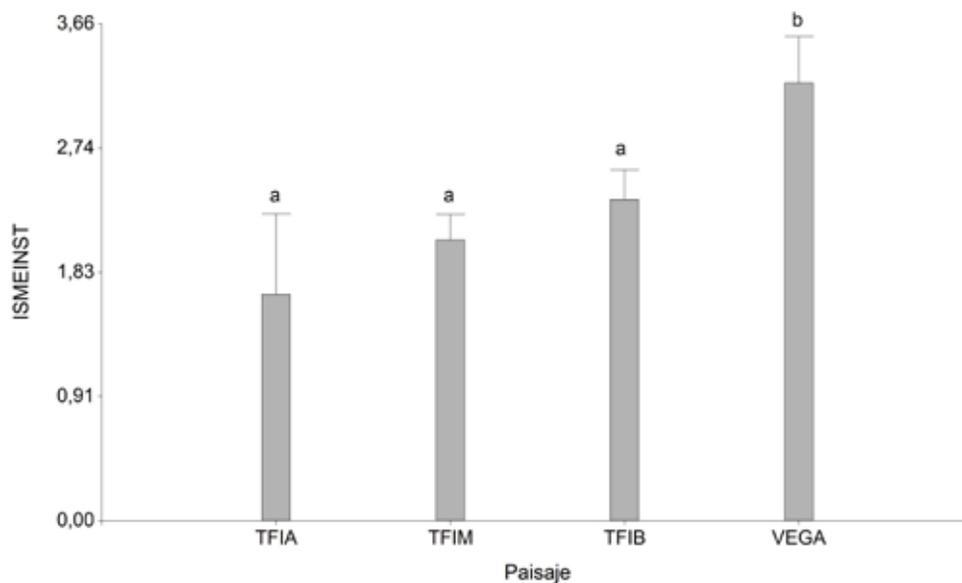
Fuente: elaboración propia



**Figura 57.** Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso social” (ismresoc) en los estratos fisiográficos

Tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB) y vega (VEGA). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia



**Figura 58.** Indicador de sostenibilidad de “mantenimiento del recurso institucional” (ismrinst) en los estratos fisiográficos

Tierra firme intervención alta (TFIA), tierra firme intervención media (TFIM), tierra firme intervención baja (TFIB), vega (VEGA). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia

proyecto, se abrieron puertas para el ingreso de otras instituciones como World Wildlife Fund for Nature (WWF), Parques Nacionales Naturales de Colombia y Fondo Acción, entre otros, quienes elaboran y desarrollan procesos de mejoramiento de la productividad ganadera y agrícola como un área estratégica para la conservación de bosques y afluentes hídricos.

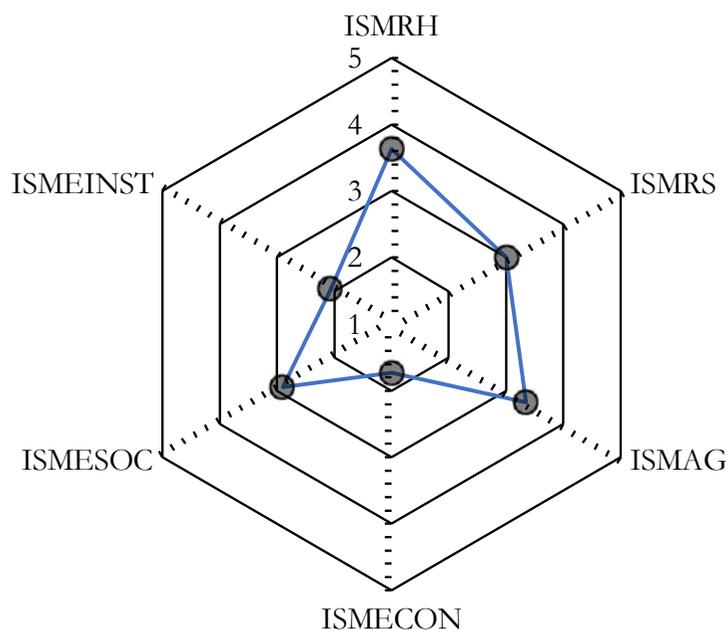
### Indicador de sostenibilidad del sistema productivo

A nivel general, teniendo en cuenta el total de predios muestreados y analizando el efecto de los indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos del departamento del Caquetá, la mayor sostenibilidad se alcanza en los indicadores de mantenimiento del recurso hídrico (ISMRRH), del recurso suelo (ISMRS), del recurso agronómico (ISMRAg) y el indicador de sostenibilidad social

(ISMRSOC), mientras que el indicador de sostenibilidad económico (ISMRECO) y el indicador institucional (ISMRIINST) registraron los menores niveles de sostenibilidad (figura 59), reflejando los efectos del abandono por parte de las instituciones en la región, la falta de articulación de las políticas institucionales para el desarrollo productivo de los sistemas agrícolas, de capacitación y de acompañamiento técnico para el seguimiento de los cultivos.

### Análisis entre los estratos fisiográficos y las tipologías de las dimensiones de la sostenibilidad de los sistemas productivos

El análisis de varianza para cada una de las dimensiones de sostenibilidad evaluado se consigna en la tabla 12. Una vez analizados, los indicadores de sostenibilidad propuestos



**Figura 59.** Distribución de la sostenibilidad de los sistemas productivos de Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISMRRH), indicador de sostenibilidad edáfico (ISMRS), indicador de sostenibilidad agronómico (ISMRAg), indicador de sostenibilidad económico (ISMRECON), indicador de sostenibilidad social (ISMRSOC), indicador de sostenibilidad institucional (ISMRIINST).

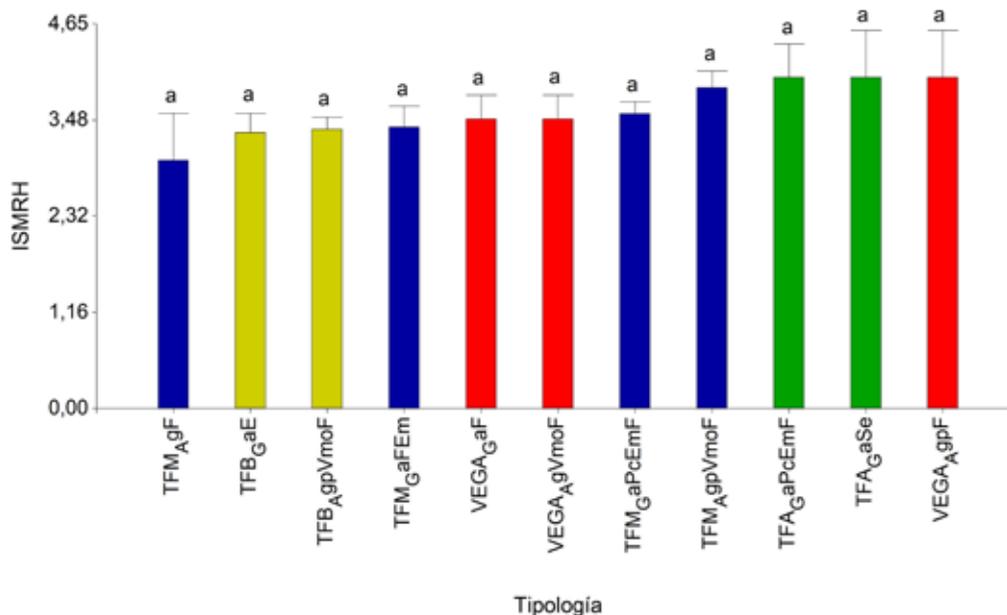
Fuente: elaboración propia

permitieron observar diferencias significativas entre las tipologías de los estratos fisiográficos en los indicadores agronómicos (ISMRAg), sociales (ISMRSOC) e institucionales (ISMRIINST) ( $P \leq 0,05$ ). A continuación, se presenta el análisis de la información de cada uno de los indicadores de sostenibilidad propuestos.

### La sostenibilidad hídrica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos

La dimensión de la sostenibilidad del recurso hídrico (ISMRRH) no presentó diferencias significativas entre estratos fisiográficos y tipologías (figuras 60 y 61). Las tipologías potencialmente sostenibles en el estrato de tierra firme intervención alta son ganadero semi empresarial (GaSe) y ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF); en el estrato de tierra firme intervención media, ganadero familiar con

especies menores (GaFEm), ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF) y agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF); en el estrato de tierra firme intervención baja, ganadero empresarial (GaE) y agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF); en el estrato de vega, ganadero familiar (GaF), agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF) y agropecuario familiar (AgpF), con valores entre 3,0 y 4,0; mientras que la tipología agrícola familiar (AgF), del estrato de tierra firme intervención media, fue medianamente sostenible con un valor de 3,0. Estos resultados se explican porque las fincas están rodeadas por cuencas de fuentes hídricas que atraviesan los predios y, a pesar de que el ganado tiene acceso, la mayor parte se encuentra protegida y en la zona aún se conservan bosques, por lo que los caños y quebradas permanecen con agua, incluso en el tiempo de verano. En cuanto



**Figura 60.** Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso hídrico (ismrh) en los estratos fisiográficos y las tipologías

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

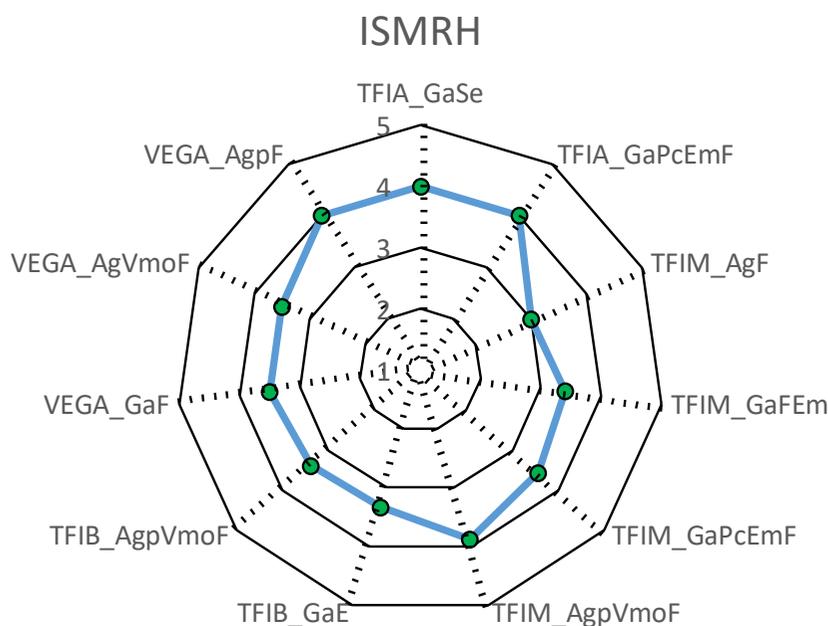
Fuente: elaboración propia

a la protección del recurso, los finqueros no tienen esta precaución y descombran las rondas de los afluentes hídricos.

### La sostenibilidad edáfica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos

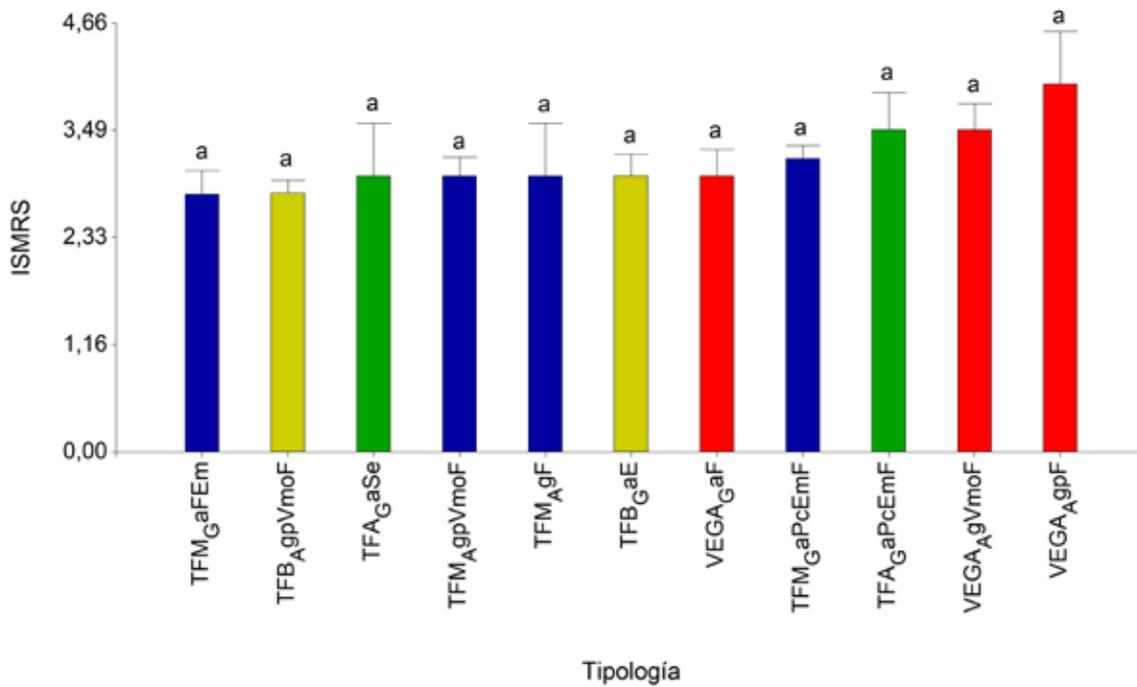
La sostenibilidad de los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos con relación a los indicadores edáficos (ISMRS) permite observar en las figuras 62 y 63 que no hay diferencias significativas; las tipologías potencialmente sostenibles son: agropecuario familiar (AgpF), con un valor de 4,0; agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF), con un valor de 3,5 en el estrato de vega; ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 3,19 en el estrato de tierra firme intervención media; y ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 3,5 en el estrato de tierra

firme intervención alta. El resto de los estratos fisiográficos y tipologías se clasifican en medianamente sostenibles: ganadero semiempresarial (GaSe), con un valor de 3,0 en el estrato de tierra firme intervención alta; agrícola familiar (AgF), con un valor de 3,0; ganadero familiar con especies menores (GaFEm), con un valor de 2,8; agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 3,0 en el estrato de tierra firme intervención media; ganadero empresarial (GaE), con un valor de 3,0; agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 2,81 en el estrato de tierra firme intervención baja; y ganadero familiar (GaF), con un valor de 3,0 en el estrato de vega. Esto se debe a que grandes áreas de pastos son utilizadas en ganadería extensiva y existe un mal manejo de las pasturas, que generan infertilidad y mayor acidez, y al pisoteo del ganado que acelera la compactación de los suelos. En la agricultura se evidencia el deterioro



**Figura 61.** Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso hídrico (ismrh) a partir de gráficos radiales

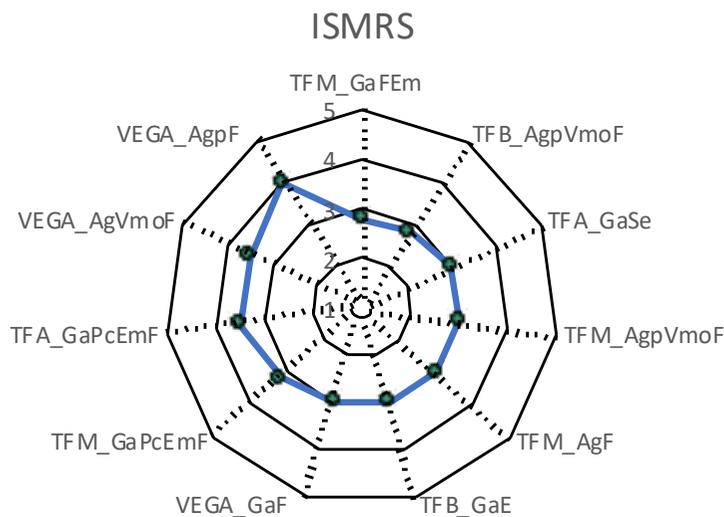
Fuente: elaboración propia



**Figura 62.** Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso suelo (ismrs) en los estratos fisiográficos y las tipologías

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia



**Figura 63.** Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso suelo (ISMRS) a partir de gráficos radiales

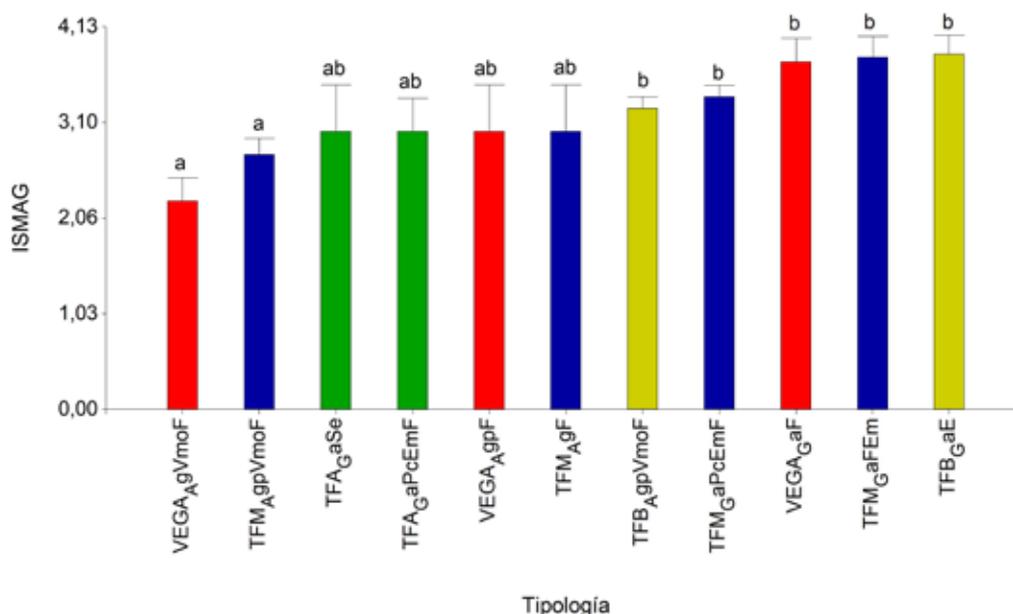
Fuente: elaboración propia

en áreas que han sido de cultivos ilícitos debido a la utilización indiscriminada de agroquímicos, teniendo en cuenta que por naturaleza estos suelos son pobres en minerales y su pH tiende a ser ligeramente ácido. Gracias a la asociación de pasturas en potreros y al asocio de cultivos, mejora la sostenibilidad del indicador. No obstante, se evidencia la falta de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de los suelos.

### La sostenibilidad agronómica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos

Se presentaron diferencias significativas entre estratos fisiográficos y tipologías para el indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso agronómico (ISMAGR) (figuras 64 y 65). Se encontraron dos grupos, el de potencialmente sostenibles, entre los cuales se tienen: ganadero familiar con especies menores (GaFEm), con un

valor de 3,8; ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 3,38 del estrato tierra firme intervención media; ganadero empresarial (GaE), con un valor de 3,83; agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 3,25 del estrato de tierra firme intervención baja; y ganadero familiar (GaF), con un valor de 3,75 en el estrato de vega. El otro grupo es el de los medianamente sostenibles, entre los cuales están: ganadero semiempresarial (GaSe), con un valor de 3,0; ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 3,0 en el estrato tierra firme intervención alta; agrícola familiar (AgF), con un valor de 3,0; agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 2,75 en el estrato tierra firme intervención media; agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF), con un valor de 2,25; y agropecuario familiar (AgpF),



**Figura 64.** Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso agronómico (ismragr) en los estratos fisiográficos y las tipologías

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

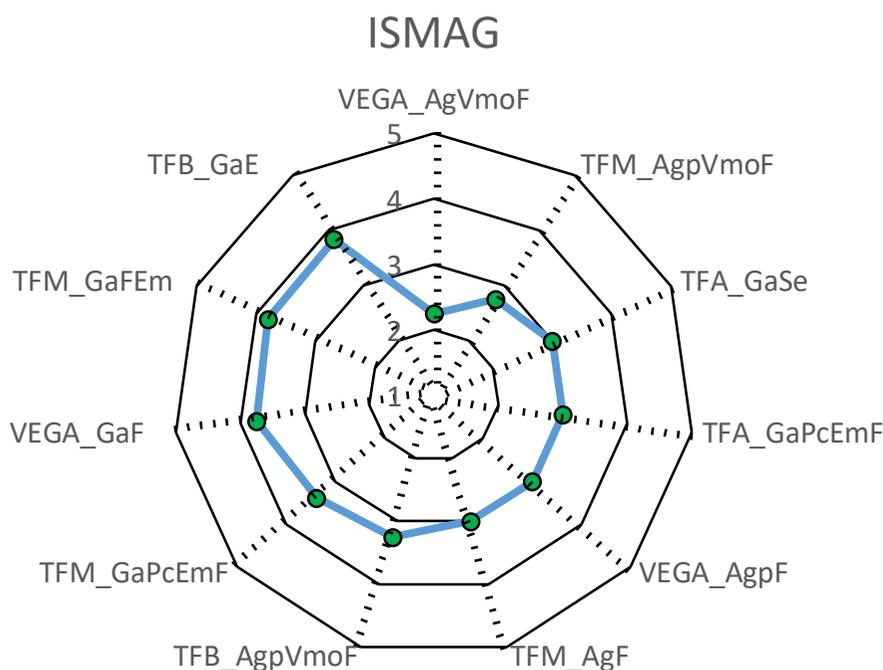
Fuente: elaboración propia

con un valor de 3,0. Esto se debe principalmente al buen estado de los pastos y cultivos, ya que en estos sistemas usan la rotación de cultivos y el asocio, también en las pasturas se presenta el asocio entre especies y se realiza rotación de potreros a pesar de que se practique la ganadería extensiva. Algunos manejan buenas prácticas contra las plagas y enfermedades, obteniendo una buena producción en pequeñas cantidades, ya que no se cuenta con un mercado para los productos y transportarlos incrementa el costo en la producción.

### La sostenibilidad económica en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos

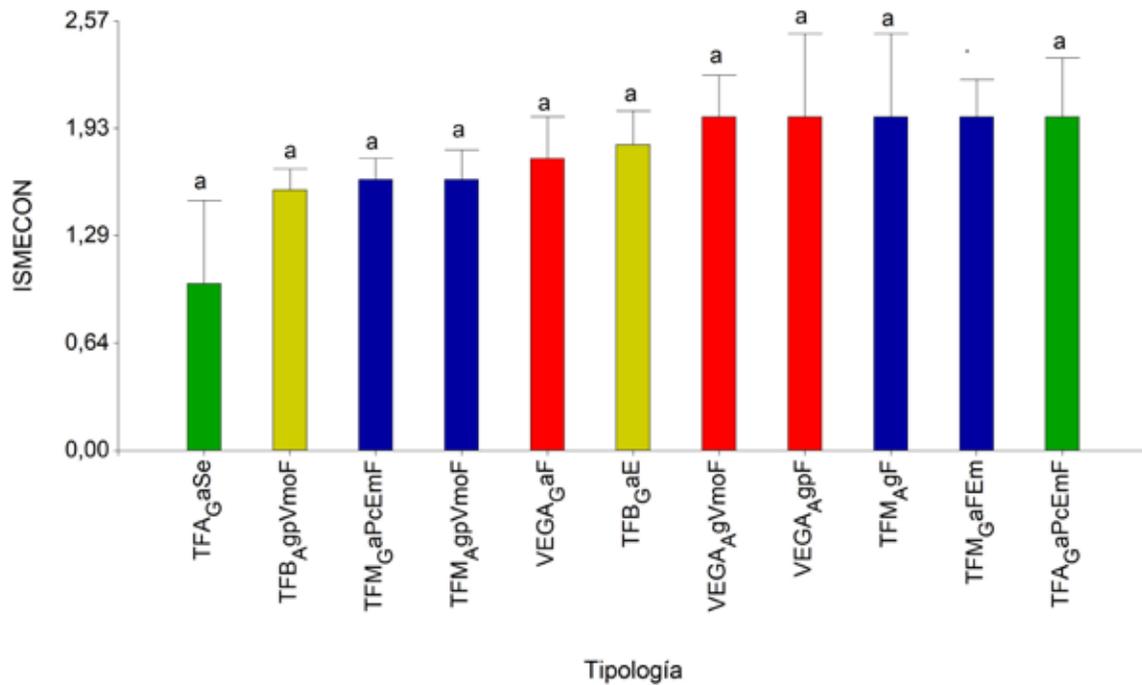
Los estratos fisiográficos y las tipologías tipificadas en los sistemas productivos no presentaron

diferencias significativas para el indicador de sostenibilidad del mantenimiento del recurso económico (ISMECON) (figuras 66 y 67), con la particularidad de que las tipologías en general presentaron un nivel insostenible con valores de la media de 1 a 2. Esto se debe a que en los sistemas productivos la relación beneficio-costos se excede en los gastos y los ingresos que se generan no compensan el sistema. No hay diversidad de productos y la comercialización es muy poca, el acceso al mercado es difícil y los costos del flete muy elevados. El acceso al crédito es muy limitado, por la falta de titulación de los predios y de respaldo por parte de las asociaciones para acceder a los diferentes tipos de créditos. Estas zonas se ven muy afectadas porque se encuentran en transición de cultivos ilegales a legales.



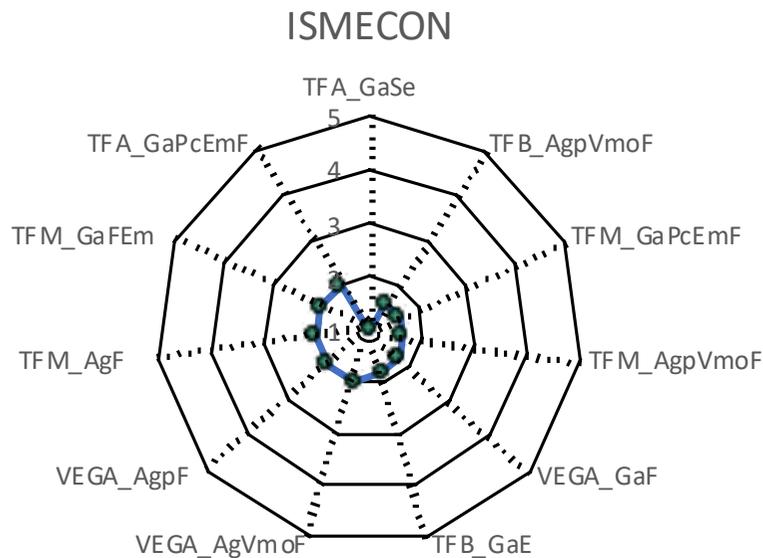
**Figura 65.** Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso agronómico (ismrag) a partir de gráficos radiales

Fuente: elaboración propia



**Figura 66.** Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso económico (ismecon) en los estratos fisiográficos y las tipologías

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.  
Fuente: elaboración propia



**Figura 67.** Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso económico (ismecon) a partir de gráficos radiales

Fuente: elaboración propia

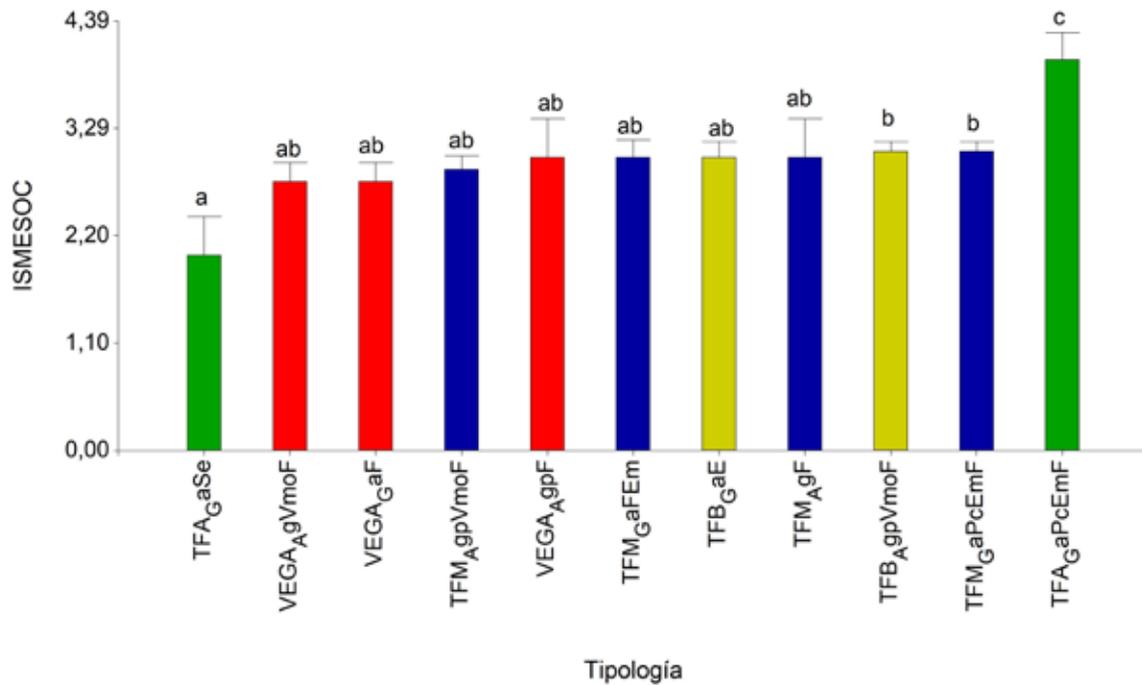
### La sostenibilidad social en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos

Con respecto a los indicadores de sostenibilidad social, estos presentaron diferencias significativas entre estratos fisiográficos y tipologías (ISMRSoc). Se clasifican en potencialmente sostenibles las tipologías ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 4,0 del estrato de tierra firme intervención alta; ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 3,06 del estrato de tierra firme intervención media; y agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 3,06 del estrato de tierra firme intervención baja. Estas tipologías se encuentran donde se presentan mejores condiciones en términos de calidad de vida y participación familiar y social, y la seguridad alimentaria no es tan deficiente. Se cuentan como medianamente sostenibles las tipologías agrícola familiar (AgF), con un valor de 3,0; ganadero familiar con especies menores (GaFEm), con un valor de 3,0; agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 2,88 del estrato tierra firme intervención media; ganadero empresarial (GaE), con un valor de 3,0 del estrato tierra firme intervención baja; ganadero familiar (GaF), con un valor de 2,75; agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF), con un valor de 2,75; y agropecuario familiar (AgpF), con un valor de 3,0 del estrato vega. Por último, se clasifica en insostenible la tipología ganadero semiempresarial (GaSe) del estrato de tierra firme intervención alta, con un valor de 2,0 (figuras 68 y 69). Estos resultados son similares a los reportados por Betancurt *et al.* (2015). Las falencias en la tipología GaSe radican en la poca participación social y en la deficiente seguridad alimentaria, ya que no se logra cultivar el propio alimento. Es de destacar que en estas zonas las comunidades se asocian en las juntas de acción comunal, que son la primera autoridad, y estas

a su vez hacen parte de un núcleo veredal. Además de otras asociaciones que se presentan en la zona, como Asoes y Chocaguán.

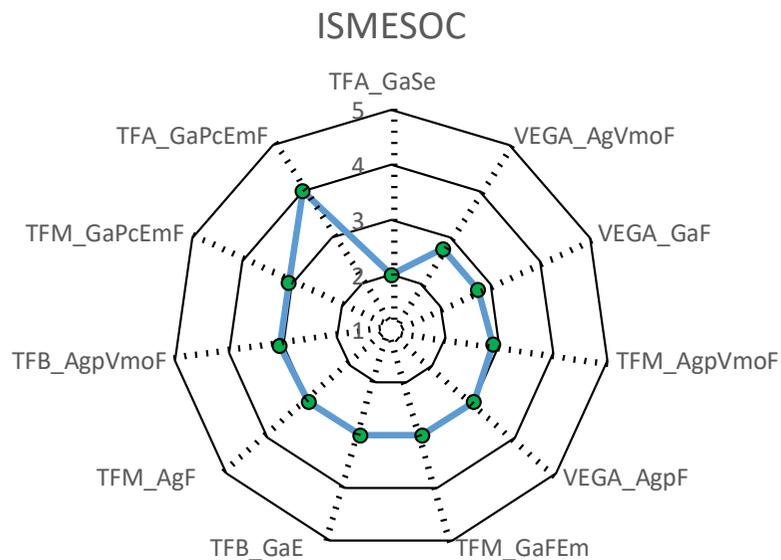
### La sostenibilidad institucional en los estratos fisiográficos y las tipologías de los sistemas productivos

Finalmente, en el indicador de la dimensión institucional se presentaron diferencias entre tipologías. Se observa que la tipología del estrato fisiográfico de vega, ganadero familiar (GaF), presentó los mayores niveles de sostenibilidad (3,50), posicionándose como potencialmente sostenible. Son medianamente sostenibles las tipologías agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF), con un valor de 3,0; agropecuario familiar (AgpF), con un valor de 3,0 del estrato fisiográfico de vega; ganadero familiar con especies menores (GaFEm), con un valor de 2,6; ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 2,13 del estrato fisiográfico de tierra firme intervención media; ganadero empresarial (GaE), con un valor de 2,33; y agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 2,38 del estrato tierra firme intervención baja. Mientras que presentaron valores insostenibles las tipologías del estrato de tierra firme intervención alta, ganadero semiempresarial (GaSe), con un valor de 1,0; ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), con un valor de 2,00 del estrato de tierra firme intervención media; agrícola familiar (AgF), con un valor de 1,0; agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), con un valor de 1,75 (figuras 70 y 71). Esto confirma que para estas tipologías hay un total desentendimiento del funcionamiento de estos sistemas productivos con las intenciones institucionales, tanto gubernamentales como no gubernamentales, que propenden por el desarrollo agropecuario. Las instituciones no habían hecho presencia en estas zonas por la presencia de los grupos armados al margen de la ley, quienes en sus prevenciones impedían el ingreso de personas e instituciones.



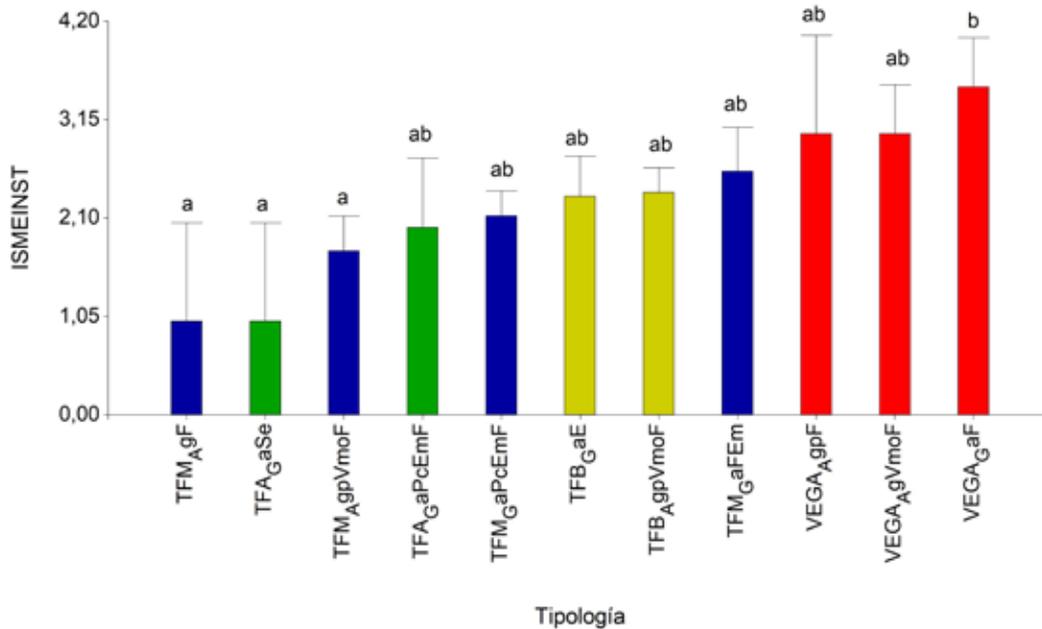
**Figura 68.** Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso social (ismrsoc) en los estratos fisiográficos y las tipologías

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.  
Fuente: elaboración propia



**Figura 69.** Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso social (ismrsoc) a partir de gráficos radiales

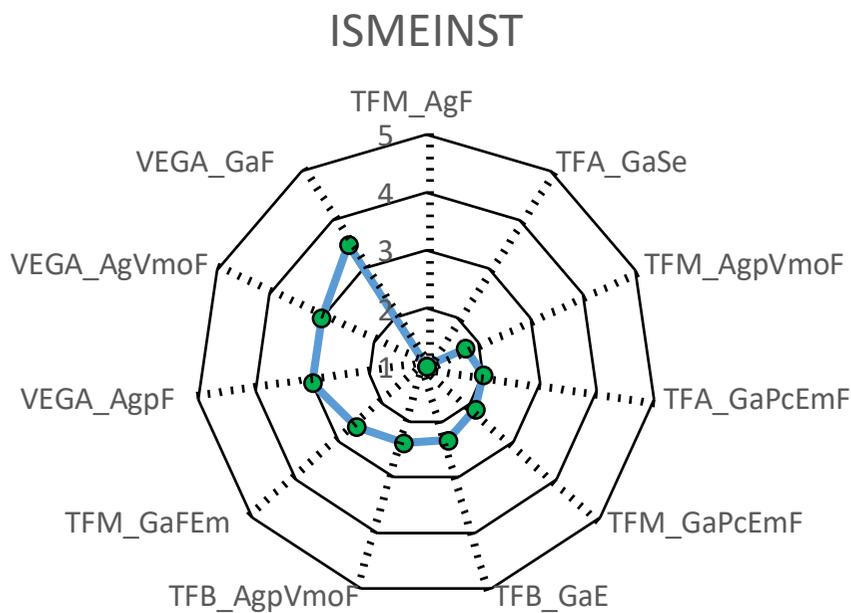
Fuente: elaboración propia



**Figura 70.** Indicador de sostenibilidad de mantenimiento del recurso institucional (ismrinst) en los estratos fisiográficos y las tipologías

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (prueba LSD;  $P < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar de la media.

Fuente: elaboración propia



**Figura 71.** Distribución de la sostenibilidad del indicador mantenimiento del recurso institucional (ismrinst) a partir de gráficos radiales

Fuente: elaboración propia

## **Análisis de tipologías de los principios de sostenibilidad de los estratos fisiográficos**

### **La sostenibilidad de las tipologías en el estrato fisiográfico de tierra firme intervención alta**

El estrato fisiográfico de tierra firme intervención alta está representado por 8 predios, distribuidos en las tipologías ganadería semiempresarial (GaSe) y ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), ubicados en veredas del núcleo 1 (Monserrate, El Convenio, Cuba, Quillas) y en veredas del núcleo 2 (Palmichales, Loma Larga.).

Analizado el conjunto de datos de las dos tipologías en el estrato, no se presentaron diferencias significativas en las tipologías ( $p \leq 0,05$ ). Sin embargo, en los principios estado agronómico del cultivo y calidad de vida se observaron diferencias (tabla 13). La tipología (GaPcEmF) presentó el mayor valor de sostenibilidad en los indicadores del recurso hídrico (3,96), del recurso suelo (3,17), del recurso agropecuario (3,34) y del recurso social (3,66), siendo potencialmente sostenibles. En cuanto al indicador del recurso económico (2,25), se clasifica en medianamente sostenible. A diferencia de la tipología (GaSe), que solo es potencialmente sostenible en el indicador del recurso hídrico (4,00), los indicadores del recurso suelo (2,95) y el indicador del recurso agropecuario (2,97) son medianamente sostenibles; los indicadores del recurso económico (1,33), el indicador del recurso social (2,00) y el indicador del recurso institucional se clasifican en insostenibles, este último para las dos tipologías.

De acuerdo con lo anterior, la tipología (GaPcEmF) es medianamente sostenible en todos los indicadores, a excepción del indicador institucional, que es insostenible. Anteriormente se había planteado la problemática de la ausencia de las instituciones y el abandono por parte del

Estado en estas zonas. Otra problemática que se refleja en estos datos está relacionada con lo económico, porque los productores presentan unos costos muy elevados en cuanto a mano de obra contratada, lo que no compensa en la relación beneficio-costos. Los sistemas productivos no son rentables debido a que los productores todavía obtienen ingresos por parte de los cultivos ilícitos, y no realizan cultivos lícitos debido a que no tienen forma de comercializarlos por los altos costos del transporte.

Lo relacionado a lo institucional es insostenible para ambas tipologías debido a que las entidades, sean gubernamentales o privadas, no han podido realizar labores de acompañamiento y capacitación en esta zona, por la falta de vías de acceso, la dificultad del orden público y las condiciones de seguridad para los funcionarios. El comportamiento de las variables para cada uno de los indicadores propuestos, y con los cuales se evalúa el estrato de tierra firme intervención alta, se ilustran en la figura 72.

Cabe mencionar que, una vez ingresó el Instituto Sinchi, se abrieron las puertas a otras entidades como Parques Nacionales Naturales de Colombia, World Wildlife Fund for Nature (wwf) y Fondo Acción, entre otras instituciones que se están abriendo campo.

### **La sostenibilidad de las tipologías en el estrato de tierra firme intervención media**

El estrato de tierra firme intervención media está representado por 87 predios ubicados en los núcleos 1 y 2 del municipio de Cartagena del Chairá, caracterizados por las tipologías ganadería familiar con especies menores (GaFEm), agropecuario con venta de mano obra familiar (AgpV-moF), ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF) y agrícola familiar (AgF).

De acuerdo con el análisis de varianza, se concluyó que no se presentan diferencias significativas en las tipologías del estrato tierra firme intervención media ( $p \leq 0,05$ ). Sin embargo, se

**Tabla 13.** Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de tierra firme intervención alta

Dimensiones de sostenibilidad	Tierra firme intervención alta								
	GaSe				GaPcEmF				P-valor
	Media	±	E.E.		Media	±	E.E.		
Protección del recurso hídrico	3,00	±	0,00		2,33	±	0,00		sd
Distribución del recurso hídrico	5,00	±	0,00		5,00	±	0,00		sd
Acceso al agua para consumo	5,00	±	0,00		5,00	±	0,00		sd
Calidad del recurso hídrico	3,00	±	2,12	a	3,50	±	1,50	a	0,8790
ISMRRH	4,00	±	0,53	a	3,96	±	0,38	a	0,9560
Compactación del suelo	4,50	±	0,35	a	3,75	±	0,25	a	0,3333
Pérdida del suelo	5,00	±	1,41	a	4,00	±	1,00	a	0,6667
Grado de acidez del suelo	3,00	±	0,71	a	3,50	±	0,50	a	0,6667
Química del suelo	1,33	±	0,23	a	2,84	±	0,17	a	0,1195
Fertilidad del suelo	1,86	±	0,10	a	1,93	±	0,07	a	0,6667
Prácticas de conservación suelo	2,00	±	1,41	a	3,00	±	1,00	a	0,6667
ISMRS	2,95	±	0,59	a	3,17	±	0,42	a	0,8150
Estado agronómico del cultivo	0,00	±	sd	a	3,63	±	0,13	b	sd
Estado agronómico de las pasturas	3,60	±	0,28	a	3,00	±	0,20	a	0,3333
Mantenimiento de la producción	2,00	±	1,06	a	3,25	±	0,75	a	0,5122
ISMRRAGR	2,97	±	0,02	a	3,34	±	0,02	b	0,0452
Mantenimiento de la productividad	1,60	±	0,28	a	1,40	±	0,20	a	0,6667
Estabilidad de la producción	1,40	±	0,00		2,60	±	0,00		sd
Dependencia de insumos ext.	1,00	±	0,35	a	2,75	±	0,25	a	0,1544
ISMRECON	1,33	±	0,21	a	2,25	±	0,15	a	0,1752
Calidad de vida	2,50	±	0,04	a	3,13	±	0,02	b	0,0440
Participación de la comunidad	1,00	±	0,00		5,00	±	0,00		sd
Conocimiento del sistema SP	2,50	±	0,71	a	4,00	±	0,50	a	0,3333
Seguridad alimentaria	2,00	±	0,71	a	2,50	±	0,50	a	0,6667
ISMRESOC	2,00	±	0,01	a	3,66	±	0,01	b	0,0033
ISMRRNST	1,00	±	1,41	a	2,00	±	1,00	a	0,6667

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISMRRH), indicador de sostenibilidad edáfico (ISMRS), indicador de sostenibilidad agronómico (ISMRRAGR), indicador de sostenibilidad económico (ISMRECON), indicador de sostenibilidad social (ISMRESOC), indicador de sostenibilidad institucional (ISMRRNST).

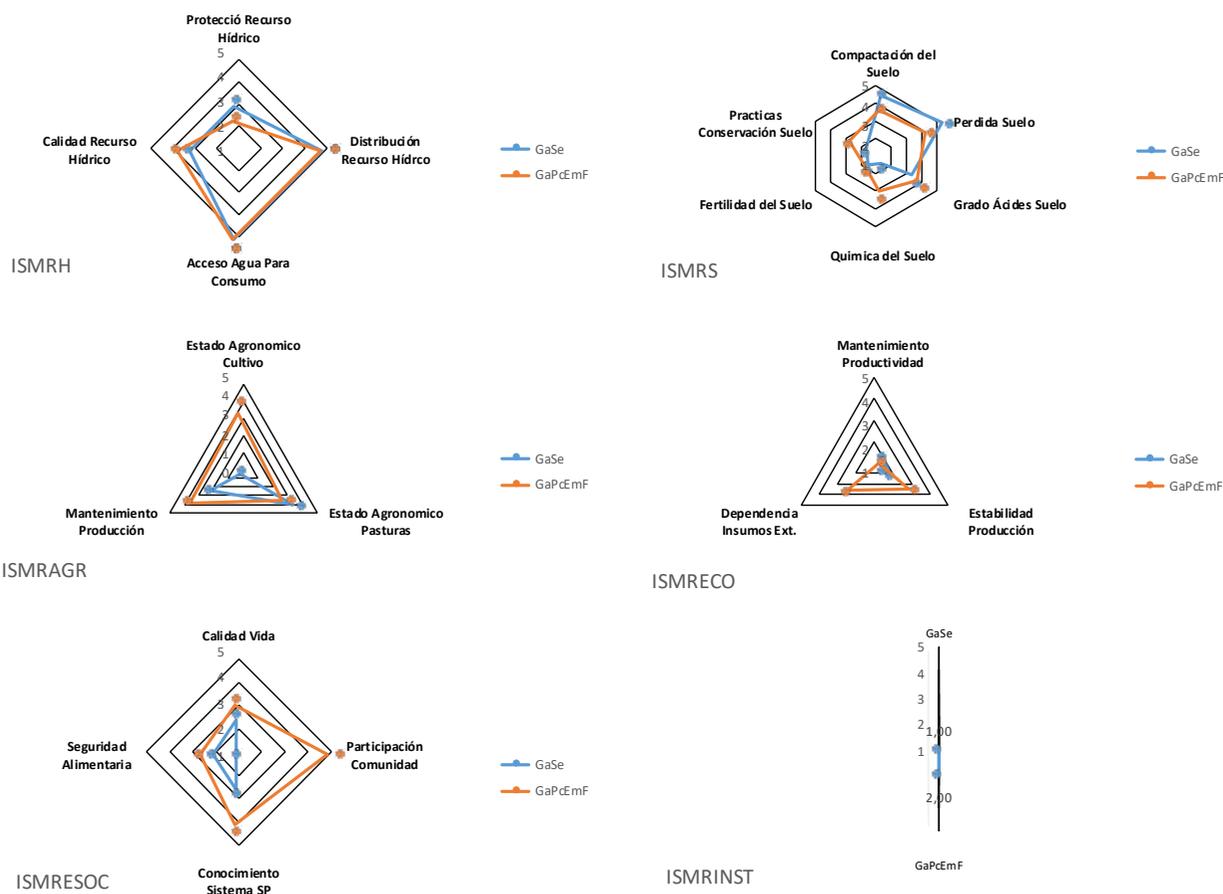
Fuente: elaboración propia

presentaron diferencias en los principios de los indicadores de sostenibilidad de los recursos hídricos, agronómicos y sociales (tabla 14).

La tipología GaFEM presenta unos valores donde se clasifica entre medianamente sostenible y potencialmente sostenible, con valores medios que van entre 3,65 y 2,86, a excepción del indicador económico que se clasifica en insostenible. Esto debido a que, de acuerdo con los indicadores, no mantienen su productividad, ya que son

cultivos de pancoger en pocas extensiones y su relación costo-beneficio es deficiente. Son sistemas en los que se requiere de mano de obra, pero no cuantificada dado que es familiar. La economía de estas familias proviene de cultivos ilícitos, ya que son muy pocas las ganancias que obtienen por la comercialización de los derivados de la leche, pues el precio no es constante.

Con respecto a los indicadores de sostenibilidad en la tipología (AgpVmoF), en el recurso



**Figura 72.** Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de tierra firme intervención alta

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISMRH), indicador de sostenibilidad edáfico (ISMRS), indicador de sostenibilidad agronómico (ISMRAG), indicador de sostenibilidad económico (ISMRECON), indicador de sostenibilidad social (ISMRSOC) e indicador de sostenibilidad institucional (ISMRINST).

Fuente: elaboración propia

hídrico presenta su mayor nivel (3,72), siendo potencialmente sostenible, mientras que para el indicador de recurso económico todos los principios evaluados tienen un comportamiento insostenible (1,77), con promedios por debajo de 2. A pesar de que en esta tipología se maneja el sistema desde lo agrícola y lo pecuario, sus ingresos no superan los costos debido a que sus producciones no tienen una visión para la comercialización en un mercado, si no para autoconsumo, y muy pocos excedentes se comercializan con la comunidad. Se ven en la necesidad de vender mano de obra, pero no alcanza para cubrir las necesidades básicas; al

igual que el indicador institucional (1,75), que ya se había mencionado anteriormente, en cuanto a las dificultades para hacer presencia en la zona.

La tipología GaPcEmF, en los indicadores del recurso hídrico, el recurso suelo, el recurso agropecuario y el recurso social, es potencialmente sostenible con valores entre 3,06 y 3,55. Para el indicador económico el valor medio es de 1,64, siendo insostenible. Esto se reduce a que son zonas en las que los productores no tienen formas de sacar los productos que se generan por la escasez de mercados en la zona y los altos costos del flete, se ven obligados a realizar producciones en pequeñas cantidades, más para el

consumo propio y muy poco para la venta. El principio de seguridad alimentaria es insostenible pues no se tiene variedad de productos para el propio consumo. La mayoría de los sistemas contaban con siembras de cultivos ilícitos, sin realizar plantaciones para producir su sustento.

Por último, la tipología AgF registró sus mayores valores para los indicadores del recurso hídrico y el recurso suelo, con promedios de

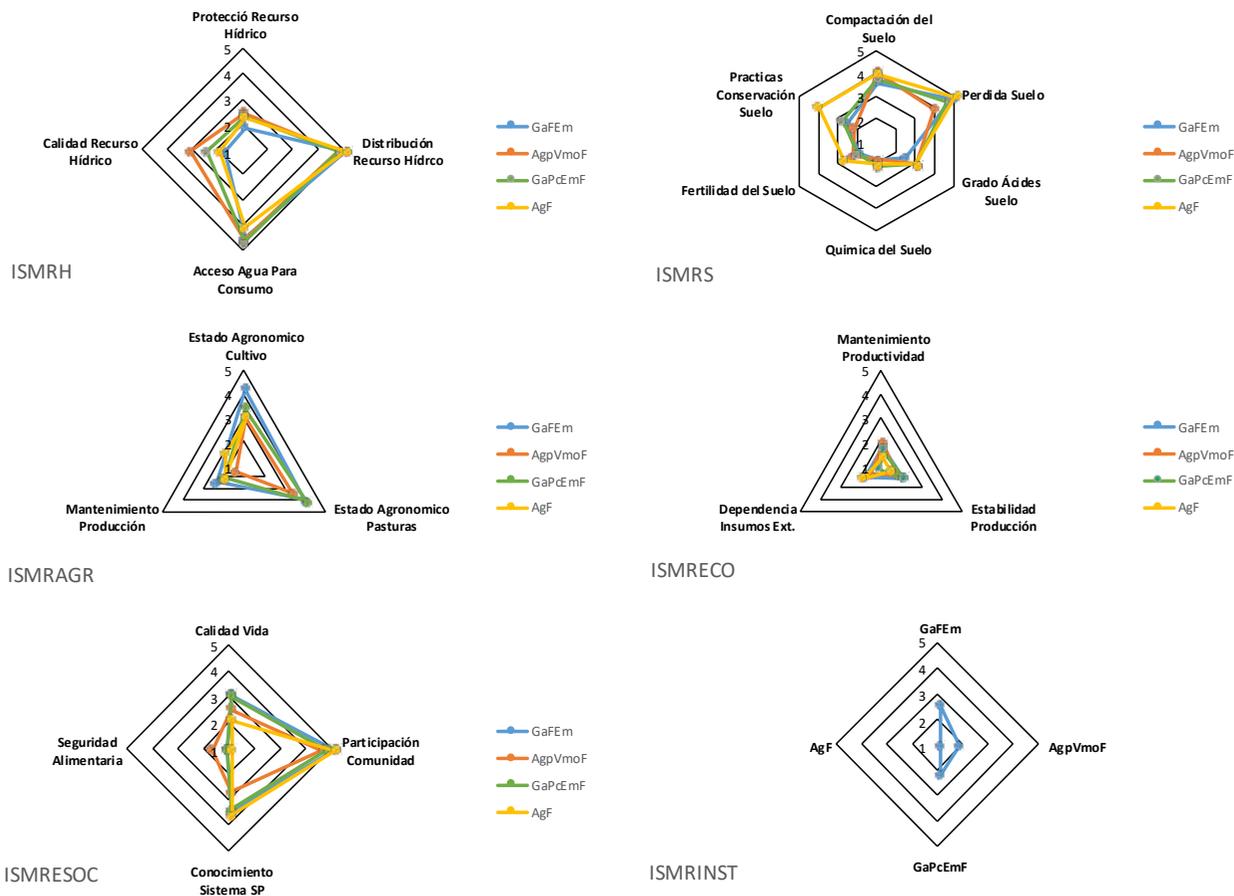
3,33 y 3,45, respectivamente, siendo potencialmente sostenibles. Mientras que el indicador económico con una media de 1,60 y el indicador institucional con una media de 1,00 se clasificaron en insostenibles. El comportamiento de las variables para cada uno de los indicadores propuestos y con los cuales se evaluó el estrato de tierra firme intervención media, se ilustran en la figura 73.

**Tabla 14.** Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de tierra firme intervención media

Dimensiones de sostenibilidad	Tierra firme intervención media														P-valor	
	GaFEm				AgpVmoF				GaPcEmF				AgF			
	Media	E.E			Media	E.E			Media	E.E			Media	E.E		
Protección del recurso hídrico	1,93	± 0,23	a		2,50	± 0,2	a		2,37	± 0,13	a		2,33	± 0,52	a	0,2916
Distribución del recurso hídrico	5,00	± 0,38	a		4,75	± 0,30	a		4,75	± 0,21	a		5,00	± 0,84	a	0,9348
Acceso al agua para consumo	4,40	± 0,23	a		4,5	± 0,19	a		4,56	± 0,13	a		4,00	± 0,52	a	0,7262
Calidad del recurso hídrico	1,80	± 0,43	a		3,13	± 0,34	b		2,5	± 0,24	ab		2,00	± 0,95	ab	0,1220
ISMRRH	3,28	± 0,21	a		3,72	± 0,17	a		3,55	± 0,12	a		3,33	± 0,47	a	0,6831
Compactación del suelo	3,60	± 0,25	a		4,06	± 0,20	a		3,78	± 0,14	a		4,00	± 0,57	a	0,5118
Pérdida del suelo	4,80	± 0,41	a		3,88	± 0,32	a		4,56	± 0,23	a		5,00	± 0,91	a	0,2365
Grado de acidez del suelo	2,40	± 0,47	a		3,00	± 0,37	a		3,00	± 0,26	a		3,00	± 1,06	a	0,7227
Química del suelo	1,80	± 0,24	a		1,81	± 0,19	a		2,10	± 0,14	a		2,00	± 0,55	a	0,5589
Fertilidad del suelo	1,97	± 0,28	a		2,31	± 0,22	a		2,08	± 0,15	a		2,71	± 0,62	a	0,5946
Prácticas de conservación suelo	2,60	± 0,59	a		2,25	± 0,47	a		2,81	± 0,33	a		4,00	± 1,32	a	0,5736
ISMRS	2,86	± 0,24	a		2,88	± 0,19	a		3,06	± 0,13	a		3,45	± 0,54	a	0,6686
Estado agronómico del cultivo	4,20	± 0,27	a		3,03	± 0,21	a		3,39	± 0,15	a		3,00	± 0,60	a	0,0171
Estado agronómico de las pasturas	3,88	± 0,46	b		3,28	± 0,36	b		3,96	± 0,26	b		0,00	± 1,62	a	0,0061
Mantenimiento de la producción	2,40	± 0,23	b		1,50	± 0,18	a		2,03	± 0,13	b		2,00	± 0,52	ab	0,0318
ISMRRAGR	3,65	± 0,22	a		2,75	± 0,17	a		3,30	± 0,12	a		2,67	± 0,49	a	0,0140
Mantenimiento de la productividad	1,84	± 0,29	a		1,95	± 0,23	a		1,68	± 0,16	a		1,40	± 0,65	a	0,7219
Estabilidad de la producción	2,00	± 0,24	a		1,73	± 0,19	a		2,01	± 0,14	a		1,40	± 0,55	a	0,4918
Dependencia de insumos ext.	1,90	± 0,29	a		1,63	± 0,23	a		1,22	± 0,16	a		2,00	± 0,65	a	0,1567
ISMRECON	1,91	± 0,16	a		1,77	± 0,13	a		1,64	± 0,09	a		1,60	± 0,37	a	0,4855
Calidad de vida	3,09	± 0,17	b		2,55	± 0,14	a		3,04	± 0,10	b		2,14	± 0,39	a	0,0111
Participación de la comunidad	5,00	± 0,48	a		4,50	± 0,38	a		4,69	± 0,27	a		5,00	± 1,06	a	0,8578
Conocimiento del sistema SP	3,40	± 0,45	a		2,63	± 0,36	a		3,31	± 0,25	a		3,50	± 1,01	a	0,4080
Seguridad alimentaria	1,20	± 0,23	a		1,75	± 0,18	a		1,19	± 0,13	a		1,00	± 0,51	a	0,0833
ismresoc	3,17	± 0,20	a		2,86	± 0,16	a		3,06	± 0,11	a		2,91	± 0,44	a	0,6146
ismrinst	2,60	± 0,51	a		1,75	± 0,41	a		2,13	± 0,29	a		1,00	± 1,15	a	0,4744

Indicador de sostenibilidad hídrico (ismrh), indicador de sostenibilidad edáfico (ismrs), indicador de sostenibilidad agronómico (ismrag), indicador de sostenibilidad económico (ismrecon), indicador de sostenibilidad social (ismresoc) e indicador de sostenibilidad institucional (ismrinst).

Fuente: elaboración propia



**Figura 73.** Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de tierra firme intervención media

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISMRH), indicador de sostenibilidad edáfico (ISMRS), indicador de sostenibilidad agronómico (ISMRAGR), indicador de sostenibilidad económico (ISMRECON), indicador de sostenibilidad social (ISMRSOC), indicador de sostenibilidad institucional (ISMRINST).

Fuente: elaboración propia

### La sostenibilidad de las tipologías en el estrato de tierra firme intervención baja

El estrato fisiográfico de tierra firme intervención baja está representado por 38 predios, caracterizados por las tipologías ganadero empresarial (GaE) y agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF).

Analizando el conjunto de datos, se determinó que no existen diferencias significativas en las tipologías del estrato tierra firme intervención baja ( $p \leq 0,05$ ). Sin embargo, se evidencian diferencias en los principios de los indicadores de sostenibilidad agropecuario y social (tabla 15).

El principio estado agronómico del cultivo presentó diferencias entre las tipologías, siendo el conocimiento del sistema productivo de la dimensión social en donde se presentaron las diferencias, GaE ostentó el mayor valor, clasificándose en potencialmente sostenible a diferencia de la tipología AgpVmoF, que presentó valores medianamente sostenibles, la razón por la que la tipología GaE sobresale de la otra tipología en la utilización de los conocimientos técnicos para llevar a cabo una producción (preparación de abonos orgánicos, manejo integrado de plagas y enfermedades, asociación y rotación de cultivos). Las zonas de pasturas

siempre están densas, por lo que realizan rotación de potreros y asociación de pasturas, y a las pasturas degradadas se les realizan quemas para renovarlas.

En este estrato fisiográfico podemos observar nuevamente que el indicador económico presenta valores muy bajos por debajo de 2, siendo insostenible. Los sistemas productivos de la zona del medio y bajo Caguán no son sostenibles económicamente debido a la dificultad que

presentan en la comercialización de los productos y el alto costo del transporte para sacarlos a un mercado. La relación costo-beneficio en estos sistemas se encuentra desbalanceada porque los cultivos como cacao no han sido tecnificados y la producción no es la esperada.

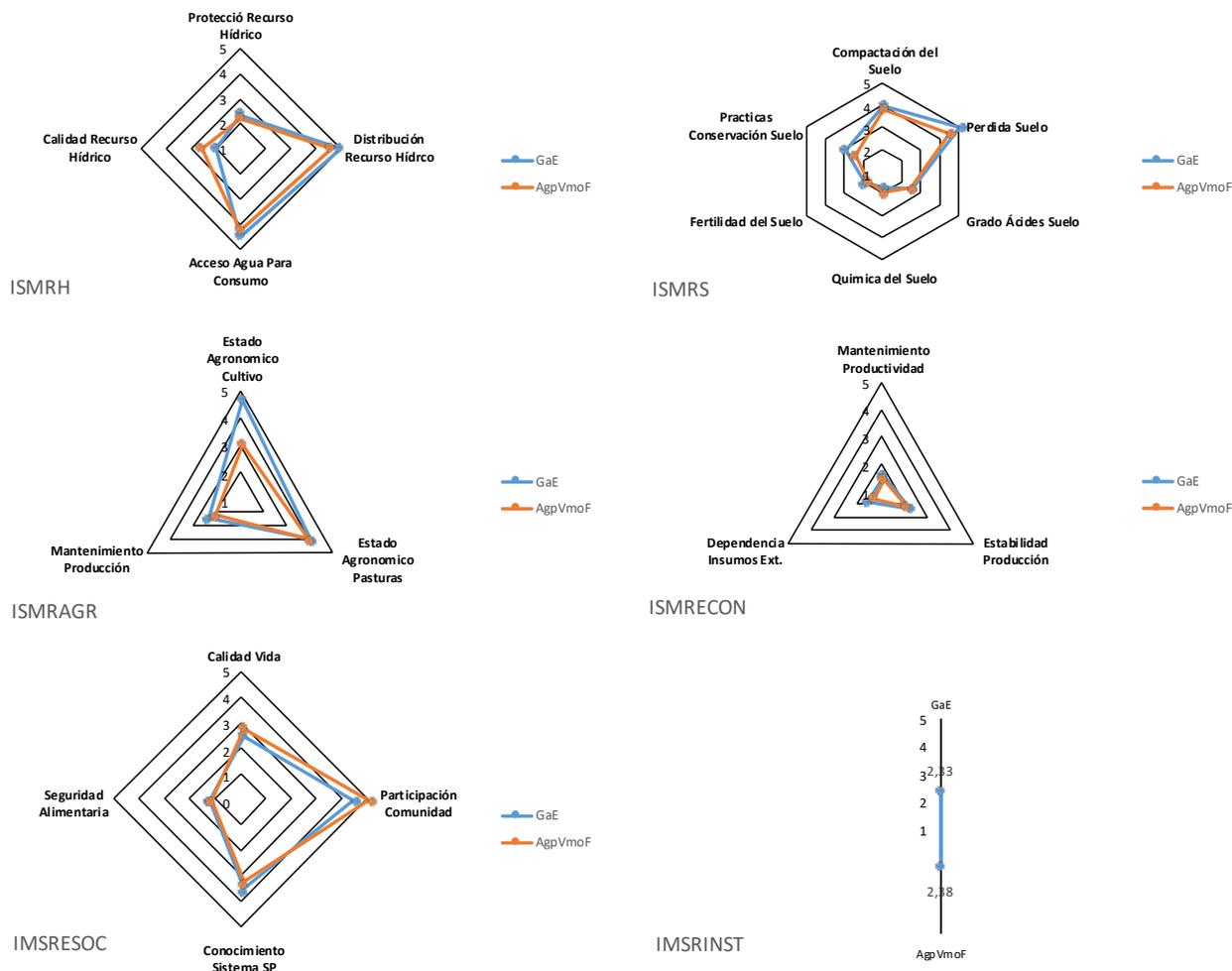
El comportamiento de las variables para cada uno de los indicadores propuestos y con los cuales se evalúa el estrato de tierra firme intervención baja se ilustran en la figura 74.

**Tabla 15.** Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de tierra firme intervención baja

Dimensiones de sostenibilidad	Tierra firme intervención baja								P-valor
	GaE				AgpVmoF				
	Media	±	E.E.		Media	±	E.E.		
Protección del recurso hídrico	2,34	±	0,26	a	2,21	±	0,16	a	0,6828
Distribución del recurso hídrico	5,00	±	0,38	a	4,63	±	0,24	a	0,4155
Acceso al agua para consumo	4,50	±	0,19	a	4,25	±	0,12	a	0,284
Calidad del recurso hídrico	2,00	±	0,29	a	2,56	±	0,18	a	0,1111
ISM <sub>MRH</sub>	3,46	±	0,13	a	3,41	±	0,08	a	0,7447
Compactación del suelo	4,00	±	0,33	a	3,84	±	0,20	a	0,6883
Pérdida del suelo	5,00	±	0,34	a	4,44	±	0,21	a	0,1746
Grado de acidez del suelo	2,50	±	0,33	a	2,44	±	0,20	a	0,8750
Química del suelo	1,69	±	0,13	a	1,92	±	0,08	a	0,1714
Fertilidad del suelo	2,03	±	0,25	a	1,81	±	0,15	a	0,4784
Prácticas de conservación suelo	3,00	±	0,58	a	2,50	±	0,35	a	0,4688
ISM <sub>MRS</sub>	3,04	±	0,18	a	2,82	±	0,11	a	0,3188
Estado agronómico del cultivo	4,67	±	0,24	b	3,06	±	0,15	a	<0,001
Estado agronómico de las pasturas	3,97	±	0,41	a	3,86	±	0,25	a	0,8307
Mantenimiento de la producción	2,42	±	0,23	a	2,13	±	0,14	a	0,2964
ISM <sub>RAGR</sub>	3,85	±	0,18	b	3,25	±	0,11	a	0,0092
Mantenimiento de la productividad	1,63	±	0,15	a	1,50	±	0,09	a	0,4616
Estabilidad de la producción	2,17	±	0,15	a	2,01	±	0,09	a	0,3851
Dependencia de insumos ext.	1,67	±	0,27	a	1,41	±	0,16	a	0,4123
ISM <sub>RECO</sub>	1,82	±	0,09	a	1,64	±	0,06	a	0,1173
Calidad de vida	2,54	±	0,20	a	2,83	±	0,12	a	0,2465
Participación de la comunidad	4,33	±	0,23	a	4,94	±	0,14	b	0,0356
Conocimiento sistema SP	3,42	±	0,27	a	3,16	±	0,16	a	0,4157
Seguridad alimentaria	1,33	±	0,19	a	1,25	±	0,12	a	0,7124
ISM <sub>RESOC</sub>	2,91	±	0,09	a	3,04	±	0,05	a	0,2111
ISM <sub>RINST</sub>	2,33	±	0,40	a	2,38	±	0,24	a	0,9299

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISM<sub>MRH</sub>), indicador de sostenibilidad edáfico (ISM<sub>MRS</sub>), indicador de sostenibilidad agronómico (ISM<sub>RAGR</sub>), indicador de sostenibilidad económico (ISM<sub>RECON</sub>), indicador de sostenibilidad social (ISM<sub>RESOC</sub>) e indicador de sostenibilidad institucional (ISM<sub>RINST</sub>).

Fuente: elaboración propia



**Figura 74.** Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de tierra firme intervención baja

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISMRH), indicador de sostenibilidad edáfico (ISMRS), indicador de sostenibilidad agronómico (ISMRAGR), indicador de sostenibilidad económico (ISMRECON), indicador de sostenibilidad social (IMSRESOC) e indicador de sostenibilidad institucional (IMSRINST).

Fuente: elaboración propia

### La sostenibilidad de las tipologías en el estrato fisiográfico de vega

El estrato de vega comprende 20 predios y está representado por las tipologías agropecuario familiar (AgpF), ganadero familiar (GaF) y agrícola con venta de mano de obra familiar (AgVmoF).

Analizado el conjunto de datos, se determinó que no existen diferencias significativas en las tipologías del estrato de vega ( $p \leq 0,05$ ) (tabla 16). Sin embargo, se evidenciaron diferencias en los principios de los indicadores hídricos, suelo, agronómico y social, específicamente en

el principio calidad del recurso hídrico, ya que la tipología GaF no cuenta con bebederos en los potreros, el ganado tiene libre acceso a las fuentes hídricas que son empleadas también para el consumo humano, y esta actividad contribuye al cambio en el pH. En cuanto al indicador del recurso suelo, se presentaron diferencias entre las tipologías, con mayor valor la tipología AgpF, siendo potencialmente sostenible. La tipología GaF obtuvo el menor valor, y esto se debe a que las pasturas no son fertilizadas, pero sí extraen nutrientes del suelo, y al momento

de hacer renovación de pasturas se realizan quemadas, acabando con los microorganismos que contribuyen a la fertilidad del suelo. Es notable la falta de apoyo por parte de las instituciones para la prestación de asistencia técnica y para instruir en nuevas técnicas de producción y conservación, como la implementación de sistemas agroforestales.

En cuando al indicador agropecuario, las tipologías que mayor valor tuvieron fueron GaF y AgVmoF, con una media de 3,75 y 3,50,

respectivamente, mientras que la tipología (AgpF) tiene una media de 3,0, siendo medianamente sostenible. Los sistemas productivos no se sostienen en el tiempo, realizan asociaciones de cultivos de pancoger, generalmente plátano (*Mussa sp.*), yuca (*Manihot esculenta*) y maíz (*Zea mayz*). Terminada la cosecha, cambian de lugar la parcela, esto ayuda al control de plagas y enfermedades. Los cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) no los tienen en sistema agroforestal, sino en monocultivo.

**Tabla 16.** Análisis de varianza de las dimensiones de sostenibilidad en las tipologías en el estrato de vega

Dimensiones de sostenibilidad	Vega												
	AgpF			GaF				AgVmoF				P-valor	
	Media	E.E		Media	E.E		Media	E.E					
Protección del recurso hídrico	3,67	±	0,81	a	2,33	±	0,40	a	2,17	±	0,40	a	0,3111
Distribución del recurso hídrico	5,00	±	1,35	a	5,00	±	0,68	a	3,50	±	0,68	a	0,3250
Acceso al agua para consumo	5,00	±	0,58	a	4,50	±	0,29	a	4,50	±	0,29	a	0,7290
Calidad del recurso hídrico	4,00	±	0,54	b	1,75	±	0,27	a	3,50	±	0,3	b	0,0061
ISM <sub>MRH</sub>	4,42	±	0,52	a	3,40	±	0,26	a	3,42	±	0,26	a	0,2626
Compactación del suelo	4,50	±	0,79	a	4,00	±	0,40	a	4,25	±	0,40	a	0,8240
Pérdida del suelo	5,00	±	0,58	ab	5,00	±	0,29	b	4,00	±	0,29	a	0,1063
Grado de acidez del suelo	5,00	±	0,89	a	3,00	±	0,44	a	3,75	±	0,44	a	0,1928
Química del suelo	3,00	±	0,93	a	1,50	±	0,57	a	2,84	±	0,47	a	0,1710
Fertilidad del suelo	2,86	±	0,29	b	1,82	±	0,14	a	2,72	±	0,14	b	0,0090
Prácticas de conservación del suelo	5,00	±	0,79	b	2,50	±	0,40	a	3,75	±	0,40	ab	0,0527
ISM <sub>RS</sub>	4,23	±	0,24	c	2,97	±	0,12	a	3,55	±	0,12	b	0,0070
Estado agronómico del cultivo	3,00	±	1,91	a	Sd	±	sd	b	3,50	±	0,96	a	0,8304
Estado agronómico de las pasturas	sd	±	sd	b	4,00	±	0,58	c	Sd	±	Sd	a	sd
Mantenimiento de la producción	3,00	±	1,53	a	3,50	±	0,76	a	3,50	±	0,76	a	0,2500
ISM <sub>RAGR</sub>	3,00	±	1,27	a	3,75	±	0,64	a	3,50	±	0,64	a	0,0128
Mantenimiento de la productividad	1,40	±	0,23	a	1,60	±	0,12	a	1,60	±	0,12	a	0,7290
Estabilidad de la producción	2,40	±	0,65	a	2,25	±	0,33	a	2,45	±	0,33	a	0,9089
Dependencia de insumos ext.	3,00	±	0,73	a	1,13	±	0,35	a	1,50	±	0,36	a	0,1499
ISM <sub>RECO</sub>	2,27	±	0,16	b	1,66	±	0,08	a	1,85	±	0,08	ab	0,0379
Calidad de vida	2,43	±	0,47	a	2,55	±	0,24	a	2,44	±	0,24	a	0,9468
Participación de la comunidad	5,00	±	2,00	a	4,00	±	1,00	a	4,00	±	1,00	a	0,8966
Conocimiento del sistema <i>sp</i>	3,00	±	0,65	a	3,50	±	0,32	a	3,00	±	0,32	a	0,5477
Seguridad alimentaria	2,00	±	0,00	b	1,00	±	0,00	a	1,00	±	0,00	a	sd
ISM <sub>RESOC</sub>	3,11	±	0,45	a	2,76	±	0,23	a	2,61	±	0,23	a	0,6271
ISM <sub>RINST</sub>	3,00	±	0,71	a	3,50	±	0,35	a	3,00	±	0,35	a	0,6007

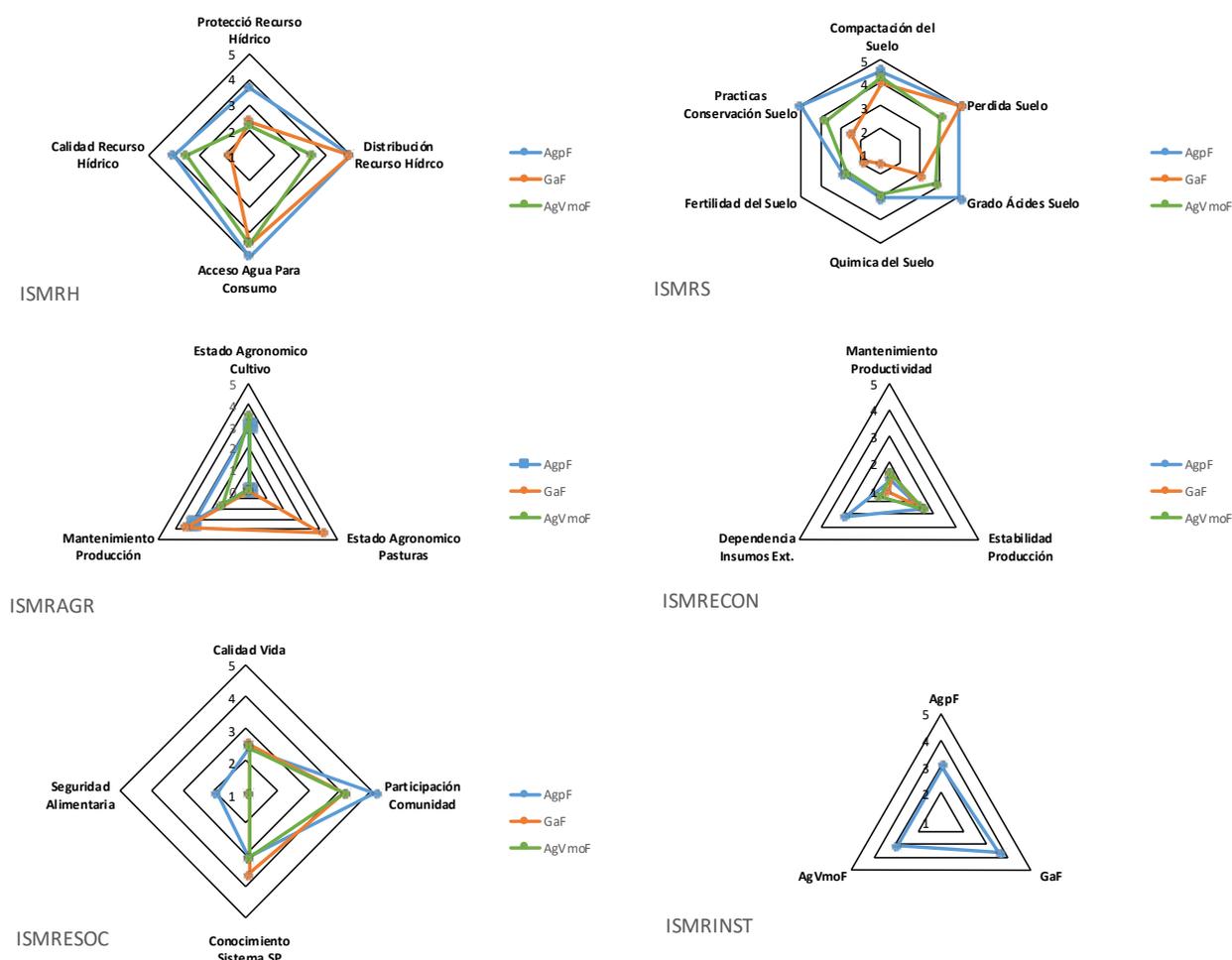
Indicador de sostenibilidad hídrico (ISM<sub>MRH</sub>), indicador de sostenibilidad edáfico (ISM<sub>RS</sub>), indicador de sostenibilidad agronómico (ISM<sub>RAGR</sub>), indicador de sostenibilidad económico (ISM<sub>RECO</sub>), indicador de sostenibilidad social (ISM<sub>RESOC</sub>) e indicador de sostenibilidad institucional (ISM<sub>RINST</sub>).

Fuente: elaboración propia

En el indicador del recurso económico, la tipología AgpF se clasifica como medianamente sostenible con un valor de 2,27, a diferencia de las otras tipologías que son insostenibles. Esto se debe a que no se sostienen en la producción por la falta de mercado para los productos y las tipologías que tienen ganado no poseen razas con una buena genética para producir en espacios reducidos, por lo que se ve la necesidad de mejorar la ganadería para obtener rentabilidad.

Con relación a la dimensión social, el principio de seguridad alimentaria es insostenible ya que la mayor parte de lo que se consume es comprado. Todo esto por el auge de los cultivos ilícitos en la región del Caquetá. La tipología AgpF presentó los mayores valores, con una media de 3,11, siendo potencialmente sostenible.

El comportamiento de las variables para cada uno de los indicadores propuestos y con los cuales se evalúa el estrato de vega se ilustran en la figura 75.



**Figura 75.** Distribución de la sostenibilidad de las tipologías del estrato de vega

Indicador de sostenibilidad hídrico (ISM RH), indicador de sostenibilidad edáfico (ISM RS), indicador de sostenibilidad agronómico (ISM RAGR), indicador de sostenibilidad económico (ISM RECO), indicador de sostenibilidad social (ISM RSOC), indicador de sostenibilidad institucional (ISM RINST) e indicador de sostenibilidad general (ISSPP).

Fuente: elaboración propia

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

### Análisis de componentes principales

Con el objetivo de monitorear la sostenibilidad de las tipologías, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el fin de priorizar los indicadores que influyen en las dinámicas de la sostenibilidad.

El análisis de componentes principales realizado sobre la matriz de correlación indicó que 5 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 dos primeros componentes, se concluyó que las variables de mayor importancia en su orden fueron: total bases, moteados, prácticas de conservación, incidencia de arvenses, desarrollo tecnológico, manejo fitosanitario, manejo agronómico, vigor de la pastura, altura de la pastura, pasturas degradadas, presencia de camino del ganado, diversidad de especies pastura, manejo de estiércol, acceso al agua para consumo, compactación del suelo, raíces finas, carbono orgánico y porcentaje de materia orgánica.

El ACP permitió eliminar 21 de los 60 indicadores establecidos para la generación de la línea base de la sostenibilidad. En la tabla 17 se presentan las variables eliminadas del análisis de componentes principales.

**Tabla 17.** Variables eliminadas del análisis de componentes principales

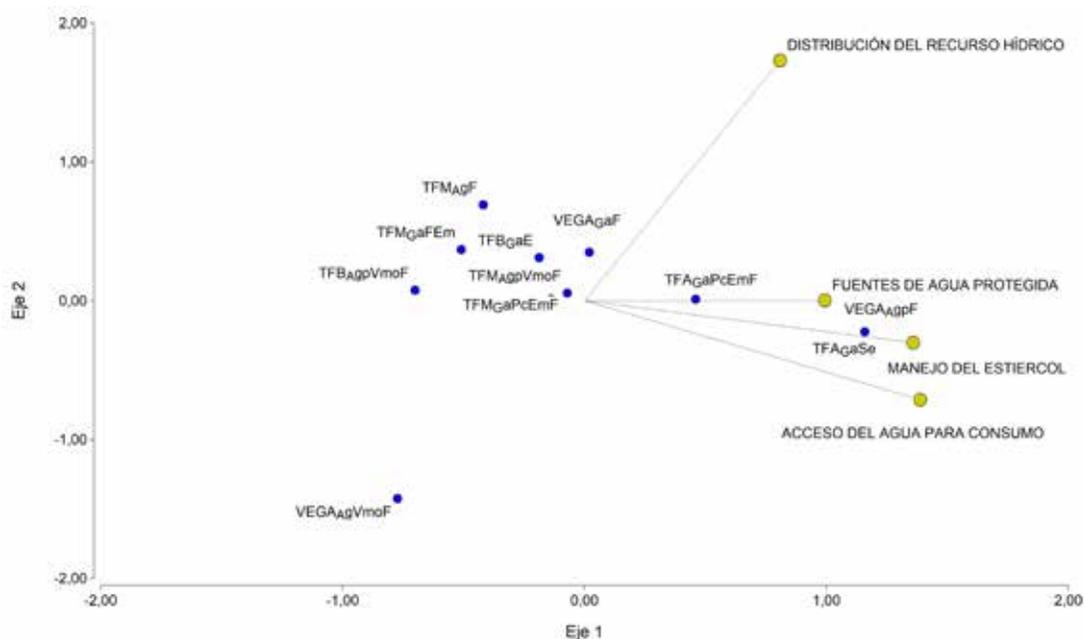
Indicador	Variables
Indicador de sostenibilidad hídrico (ISM <sub>RH</sub> )	Conservación del recurso hídrico
	Calidad de agua (pH)
Indicador de sostenibilidad edáfico (ISM <sub>RS</sub> )	Grado de acidez suelos
	Saturación de aluminio
	cic
	Saturación de bases
	Fósforo (P)
	Actividad microbiana
	Vigor del cultivo
Indicador de sostenibilidad agronómico (ISM <sub>RAG</sub> )	Incidencia de plagas y enfermedades
	Producción de ciclo corto
	Presencia de arvenses
	Diversidad de especies en los cultivos
	Uso eficiente recurso reciclaje
	Relación B/C (beneficio-costos)
Indicador de sostenibilidad económica (ISM <sub>RECON</sub> )	Dependencia de insumos externos
	Dependencia Mano de obra ext.
	Participación social
Indicador de sostenibilidad social (ISM <sub>RSOC</sub> )	Participación de la comunidad
	Manejo de residuos sólidos
	Seguridad alimentaria

Fuente: elaboración propia

El ACP de las variables del indicador de la sostenibilidad hídrica (ISMRH) permitió evidenciar 3 grupos (figura 76), los cuales se diferencian principalmente por los indicadores distribución del recurso hídrico, fuentes de agua protegidas, calidad del recurso hídrico, manejo del estiércol y acceso al agua para consumo; la figura muestra cómo en las tipologías del grupo A (AgF, GaFEm, GaPcEmF, AgpVmoF) del estrato de tierra firme intervención media, (AgpVmoF, GaE) del estrato de tierra firme intervención baja, (GaF) del estrato de vega, (GaPcEmF) del lomerío intervención alta, (AgVmoVsF) del lomerío intervención media y (AgAvS) del lomerío intervención baja, se presentaron los menores valores con relación a la distribución del recurso hídrico, fuentes de agua protegidas, manejo de estiércol y acceso al agua para consumo. En el grupo C, la tipología AgVmoF del estrato de vega presentó los menores valores para distribución del recurso hídrico, a diferencia

del grupo B (GaPcEmF, GaSe) del estrato tierra firme intervención alta y AgpF del estrato de vega, donde se presentó el efecto contrario: los mayores valores en relación con fuentes de agua protegidas y manejo de estiércol. Se deben realizar acciones puntuales para el mejoramiento de la distribución hídrica.

En el indicador del mantenimiento del recurso suelo, el análisis de componentes principales (ACP) para las variables que componen el indicador presentó 5 grupos, por las diferencias entre las variables: compactación del suelo, horizonte A, moteados, lombrices, prácticas de conservación del suelo, presencia de carbón, total bases, porcentaje de materia orgánica, macrofauna, pérdida de suelo y raíces finas. La figura 77 muestra cómo el grupo A, conformado por las tipologías de los estratos fisiográficos de tierra firme media y baja intervención, presentó valores neutros frente a las variables. El grupo B mostró las tipologías AgpF y AgVmoF del



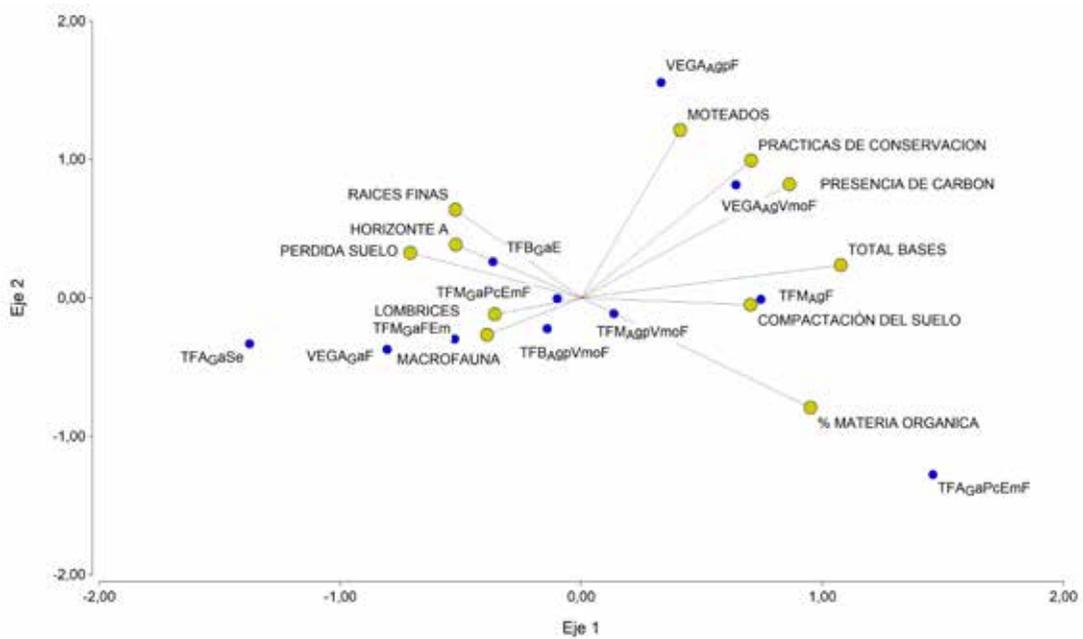
**Figura 76.** Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 4 variables hídricas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá

Fuente: elaboración propia

estrato de vega y AgF del estrato de tierra firme intervención media, asociadas a las variables: moteados, prácticas de conservación del suelo, presencia de carbón, total bases y compactación del suelo. En el grupo C, la tipología GaPcEmF del estrato de tierra firme intervención alta tuvo mayores valores hacia la variable porcentaje de materia orgánica. En el grupo D, las tipologías GaE del estrato de tierra firme intervención baja, GaFEm del estrato de tierra firme intervención media y GaF del estrato de vega, se asocian a las variables raíces finas, horizonte A, pérdida de suelo, lombrices y macrofauna. El grupo E presenta los menores valores con respecto a las variables en las que se asocia el grupo B.

En la figura 78 se presenta el análisis de componentes principales (ACP) para las variables que componen el indicador del mantenimiento del recurso agronómico, que está representado en 4 grupos, por las diferencias entre las variables: diversidad de especies en la pastura, altura de la

pastura, presencia de camino de ganado, pasturas degradadas, vigor de las pasturas, incidencia de arvenses, manejo fitosanitario, limitaciones de la producción, manejo agronómico y desarrollo tecnológico. De acuerdo con la figura, se observa en el grupo A, que las tipologías AgpVmoF y GaPcEmF del estrato de tierra firme intervención media, AgpVmoF del estrato de tierra firme intervención baja, GaPcEmF del estrato de tierra firme intervención alta, presentaron valores hacia el punto de equilibrio. En el grupo B, las tipologías GaF del estrato de vega, GaFEm del estrato de tierra firme intervención media y GaE del estrato de tierra firme intervención baja, se asocian a las variables: diversidad de especies en la pastura, altura de la pastura, presencia de camino de ganado, pasturas degradadas y vigor de las pasturas. El grupo C, representado por la tipología GaSe del estrato de tierra firme intervención alta presenta los menores valores para las variables: incidencia de arvenses, manejo



**Figura 77.** Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 10 variables edáficas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá

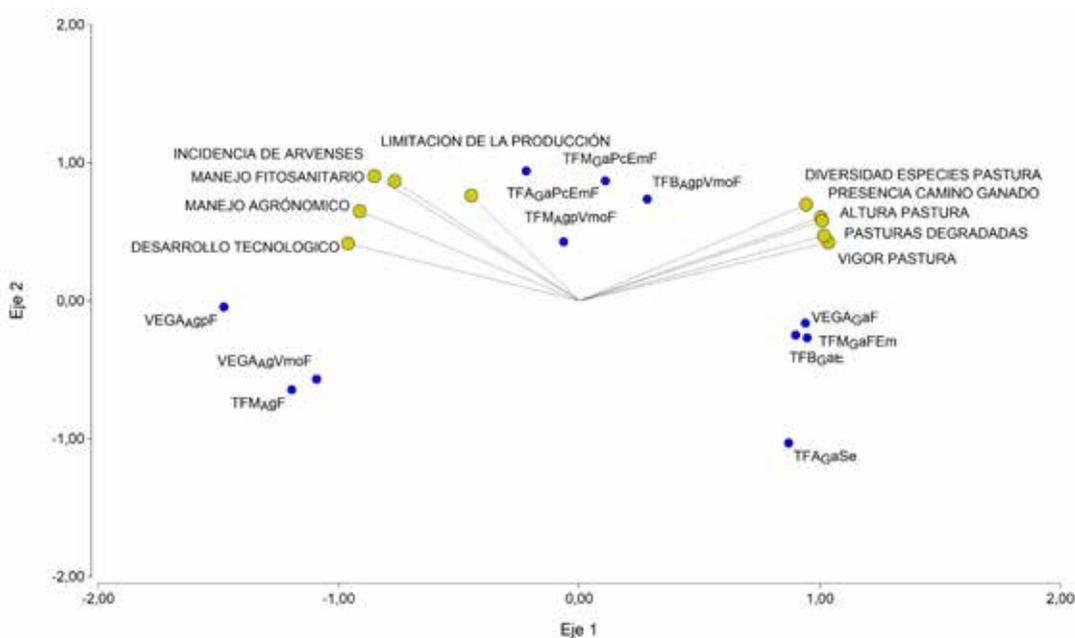
Fuente: elaboración propia

fitosanitario, limitaciones de la producción manejo agronómico y desarrollo tecnológico. En el grupo D se encuentran las tipologías AgpF y AgVmoF del estrato de vega y AgF del estrato de tierra firme intervención media, que presentan valores menores para las variables: diversidad de especies en la pastura, altura de la pastura, presencia de camino de ganado, pasturas degradadas y vigor de las pasturas.

El análisis de componentes principales (ACP) para las variables que comprenden el indicador de mantenimiento del recurso económico está conformado por 5 grupos, por las diferencias entre los indicadores: ingreso total familiar (IT), valor agregado neto (VAN), ingreso agropecuario neto (IAN), margen bruto (MB), acceso al mercado, relación predial-extra predial y facilidad de acceso al crédito.

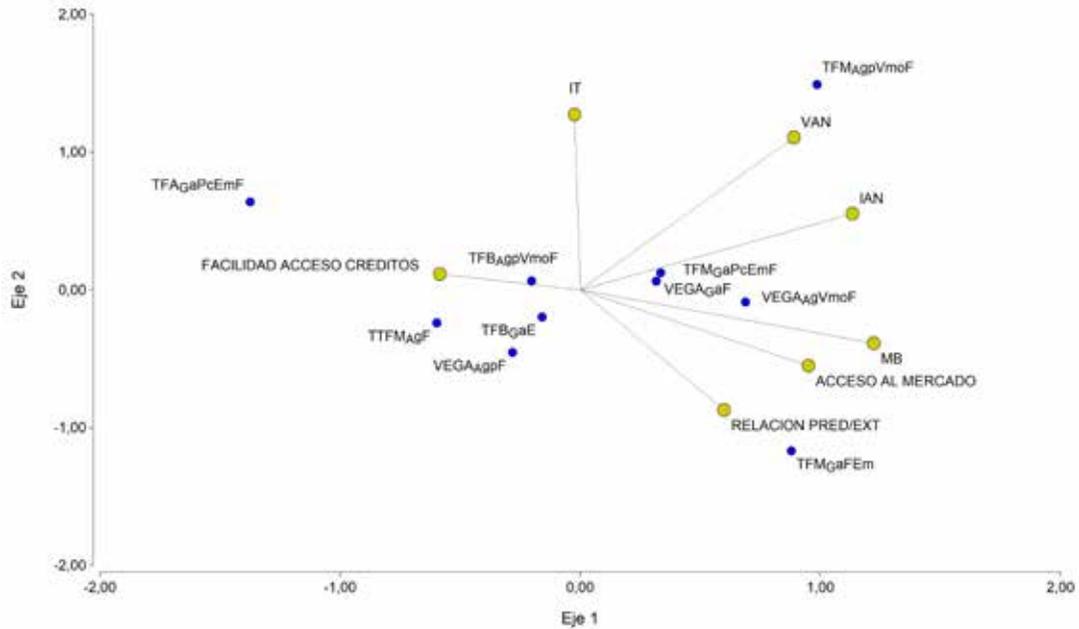
En la figura 79 se observa cómo en el grupo A las tipologías GaE y AgpVmoF del estrato de

tierra firme intervención baja, AgpF del estrato de vega y AgF del estrato de tierra firme intervención media, se asocian a la variable facilidad de acceso al crédito; mientras que las tipologías del grupo B, GaF y AGVmoF del estrato de vega y la tipología GaPcEmF del estrato de tierra firme intervención media, se asocian a las variables: valor agregado neto (VAN), ingreso agropecuario neto (IAN), margen bruto (MB) y acceso al mercado. En el grupo C, la tipología AgpVmoF del estrato de tierra firme intervención media presenta su mayor valor hacia la variable valor agregado neto (VAN). En el grupo D, la tipología GaFEm del estrato tierra firme intervención media se asocia a la variable relación predial-extra predial. El grupo E, representado por la tipología GaPcEmF del estrato de tierra firme intervención alta, presentó los menores valores con respecto a las variables mencionadas, a excepción de la variable facilidad de acceso al crédito.



**Figura 78.** Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 10 variables agronómicas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá

Fuente: elaboración propia

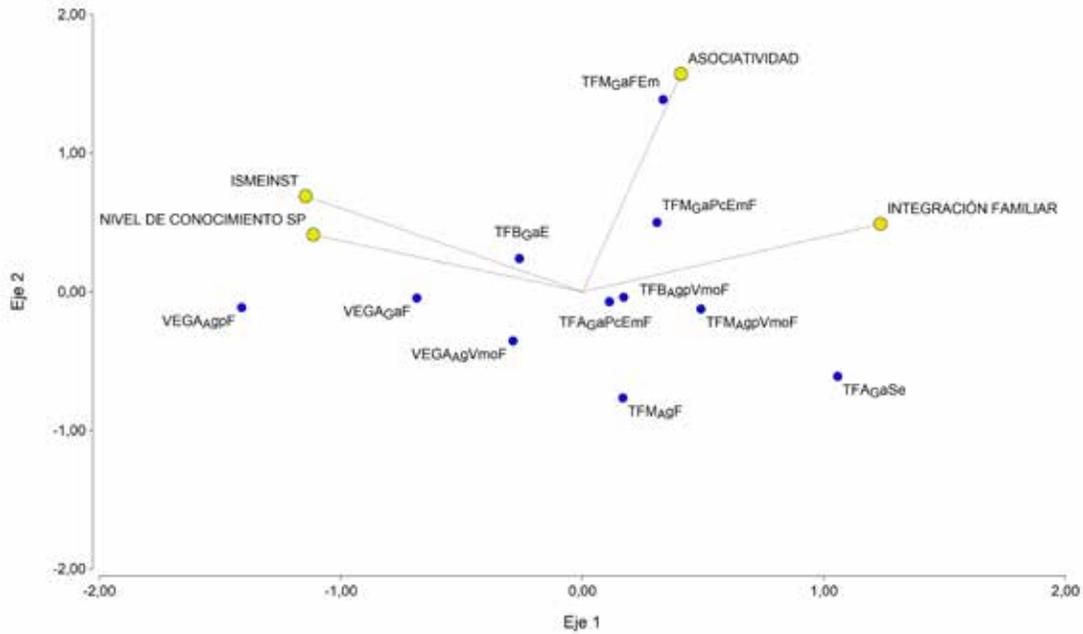


**Figura 79.** Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 7 variables económicas asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá

Fuente: elaboración propia

El análisis de componentes principales (ACP) para los indicadores del mantenimiento del recurso social e institucional, permite identificar 5 grupos con base en las variables: asociatividad, integración familiar, nivel de conocimiento del sistema productivo e institucionalidad. De acuerdo con la figura 80, las tipologías evaluadas en el grupo A, GaF, AgVmoF y AgpF del estrato de vega y GaE) del estrato de tierra firme intervención baja se asociaron a las variables nivel de conocimiento del sistema productivo e institucionalidad. En el grupo B, las tipologías GaFEm y GaPcEmF del estrato de tierra firme

intervención media se asociaron a las variables asociatividad e integración familiar, y presentaron los mayores valores. En el grupo C, las tipologías GaPcEmF del estrato de tierra firme intervención alta, AgpVmoF del estrato de tierra firme intervención baja, AgpVmoF y AgF del estrato de tierra firme intervención media, se asocian a la variable integración familiar; mientras que la tipología GaSe del estrato de tierra firme intervención alta reporta valores negativos con respecto a las variables nivel de conocimiento e institucionalidad.



**Figura 80.** Análisis de componentes principales (gráficos biplot) de 4 variables sociales e institucionales asociadas a las 11 tipologías presentes en los sistemas productivos del municipio de Cartagena del Chairá, departamento del Caquetá

Fuente: elaboración propia



# Cadenas de valor y modelo de distribución de beneficios para los productos locales de los usos del suelo para cada tipología a nivel predial

**E**n la literatura, el concepto de cadenas de valor tiene diferentes definiciones; no obstante, en todas ellas queda claro que siempre se está haciendo referencia a la manera como un grupo de actores sociales se relacionan en torno a un producto, para aumentar su valor a lo largo de los diferentes eslabones, es decir, desde la etapa de la producción hasta el consumo final, lo cual incluye canales de comercialización. En este orden de ideas, es factible establecer que una cadena de valor es un conjunto de vínculos comerciales formados entre productores, intermediarios y transformadores para desarrollar flujos dinámicos de insumos, productos y servicios (logísticos y financieros) que permitan satisfacer la demanda efectuada por cualquier consumidor final, bien sea a escala local, regional, nacional e incluso internacional (Instituto Sinchi, 2017).

Desde un enfoque más micro, en las cadenas de valor asociadas a bienes agropecuarios el primer eslabón es el productor primario, es decir, el agricultor o ganadero que mediante el uso de trabajo (familiar o contratado) y una serie de insumos da “comienzo”, en su finca, al producto, cuyo precio se irá incrementando a medida que pase de un actor social a otro por una ruta o canal comercial, hasta cuando llegue a quien finalmente lo consume. Por lo general, este eslabón es el que tiene mayor riesgo en materia financiera porque cualquier situación o fenómeno adverso asociado con clima, infraestructura y

mercado (escasez o excesos de lluvias, precios bajos, vías dañadas) puede tener efectos negativos sobre toda la inversión efectuada; en otros términos, podría disminuir el margen de ganancia esperada u ocasionar pérdidas, dependiendo de cómo se comporte la relación ingresos-costos (Instituto Sinchi, 2017).

En términos prácticos, el eslabón que inicia cualquier cadena de valor agropecuaria corresponde a cada uno de los ocho sistemas productivos que el Instituto Sinchi consiguió tipificar para el departamento del Caquetá, en el estrato de tierra firme, mediante la encuesta que fue realizada durante el periodo 2015-2016 en el área del municipio de Cartagena del Chairá. A fin de presentar una óptica general del comportamiento financiero de este primer eslabón productivo, a continuación será efectuado un análisis que permitirá no solo establecer el “modelo” de distribución de beneficios netos para cada uno de los sistemas productivos que conforman el marco muestral definido, sino también determinar la rentabilidad económica a nivel predial, conocer la eficiencia del uso del suelo desde un contexto económico y precisar la sensibilidad a variaciones (positivas o negativas) en el ingreso generado por las actividades agropecuarias.

## Marco muestral

Para adelantar este ejercicio de análisis financiero, se tuvieron en cuenta solo las diferentes tipologías correspondientes a los ocho sistemas

productivos que se agruparon dentro del estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta, media y baja. Considerando lo anterior, el marco o referente muestral que fue analizado quedó conformado de la siguiente manera:

- Estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta
  - Ganadería semiempresarial (GaSe)
  - Ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF)
- Estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media
  - Ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF)
  - Ganadero familiar y especies menores (GaFEm)
  - Agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF)
  - Avícola familiar (AvF)
- Estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja
  - Ganadero empresarial (GaE)
  - Agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF)

Finalmente, es importante mencionar que, del total de las 153 encuestas realizadas con el objetivo de estratificar y tipificar los diferentes sistemas productivos en el área de estudio, 133 aportan la información correspondiente al marco muestral establecido, es decir, el 86,9 %.

### **Análisis financiero de los sistemas productivos (primer eslabón de las cadenas agropecuarias de valor en el área del proyecto)**

Como ya se ha mencionado, para mostrar un panorama general del comportamiento financiero de este primer eslabón de las cadenas donde circulan los diferentes bienes producidos en la finca, se realiza a continuación un análisis que permitirá establecer el “modelo” de distribución

de beneficios netos para cada uno de los sistemas productivos que conforman el marco muestral considerado, además de estimar la rentabilidad económica generada a nivel predial, conocer la eficiencia del uso del suelo desde un contexto monetario y precisar la sensibilidad a variaciones o cambios en el nivel de ingreso generado por las actividades agropecuarias que son desarrolladas en las fincas (Instituto Sinchi, 2017).

En términos metodológicos, el modelo de distribución de beneficios netos (o pérdidas) responde a una estructura que tiene como único propósito establecer porcentualmente el peso del aporte económico efectuado por cada una de las actividades productivas desarrolladas en el predio, o la ganancia total alcanzada por el propietario o poseedor del mismo. Su construcción por actividad se realiza restando del ingreso bruto sus correspondientes costos de producción (insumos, fuerza laboral), siendo dicho valor el que permite determinar, una vez se exprese como dato relativo, la participación que tiene en la función de utilidad (Instituto Sinchi, 2017).

Con respecto a la rentabilidad económica a nivel predial, el análisis se focaliza en establecer si el sistema productivo genera ganancias o pérdidas a partir de las diferentes actividades productivas que se desarrollan en las fincas que lo tipifican. Para calcular esta rentabilidad, se divide el ingreso bruto total entre los costos totales de producción (relación B/C), siendo el signo generado por dicho cociente simple, el indicador que permite determinar en última instancia si todo el esfuerzo productivo realizado por el propietario o poseedor del predio es neutro ( $= 1$ ), rentable ( $> 1$ ) o no rentable ( $< 1$ ) (Instituto Sinchi, 2017).

Desde la perspectiva de la eficiencia económica del uso del suelo, el análisis se dirige a especificar en cada sistema productivo tipificado cuáles son las actividades cuyo desarrollo genera mayor o menor rendimiento financiero. La medición de ese rendimiento, que permite explicar el concepto

de eficiencia, se logra dividiendo el beneficio económico neto alcanzado a nivel de cada actividad productiva entre el área total destinada a su uso, siendo así más eficiente la que presente mayores utilidades o ganancias por unidad de área (hectárea), y viceversa (Instituto Sinchi, 2017).

Para precisar la sensibilidad a cambios en el ingreso generado por la actividad agrícola y ganadera, el análisis se focaliza en explicar la magnitud en que se reducen estos recursos monetarios dada la pérdida de productividad ocasionada como resultado “directo” del daño causado a los servicios ambientales hídricos por la deforestación del bosque nativo. Con el fin de establecer la variación negativa que pueden sufrir dichos ingresos, se usan como indicadores de descuento los resultados porcentuales que aportó la valoración económica del servicio ecosistémico de regulación del agua lluvia, elaborada en el marco del proyecto denominado “Relictos de bosque como estrategia para generar bienes y servicios ambientales en el departamento del Guaviare” (producto 2B, contrato SGR N.º 106 de 2016), siendo factible esto último porque dicho cálculo, aunque se realizó con la información levantada por el Instituto Sinchi para el departamento del Guaviare (municipios de San José del Guaviare, Calamar y El retorno), corresponde al mismo tipo de bosque alto denso localizado en el estrato de tierra firme.

### Estrato de tierra firme con intervención alta

En el contexto de dicho estrato y nivel de intervención, se consideraron para el análisis los siguientes sistemas productivos: ganadería semiempresarial (GaSe) y ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF).

#### Ganadería semiempresarial (GaSe)

##### Modelo de distribución de beneficios netos

Es importante señalar que la principal actividad económica realizada en el contexto de este

sistema productivo crea apreciables pérdidas, mientras que las otras actividades desarrolladas generan muy modestas ganancias o beneficios económicos netos (BEN), porque la diferencia estimada entre el ingreso bruto originado por estas actividades y sus respectivos costos de producción (internos y externos) arroja como resultado final un alto saldo negativo y unos bajos saldos positivos que no alcanzan a compensar la “desutilidad” total obtenida (tabla 18). Considerando lo anterior, en la práctica este patrón productivo lo que muestra en su estructura global es una distribución de pérdidas, siendo la única causa de esta situación la carencia de utilidades monetarias derivadas de la ganadería, porque dicha actividad pecuaria aporta el 110,03 % del total de las pérdidas netas percibidas (-7,08 SMMV).

**Tabla 18.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadería semiempresarial (GaSe)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	6,13	13,92	-7,79	110,03
Agrícola	0,25	0,00	0,25	-3,53
Bosques	0,00	0,00	0,00	0,00
Especies menores	0,46	0,00	0,46	-6,50
Total	6,84	13,92	-7,08	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Con respecto a la pérdida total alcanzada (-7,08 SMMV), como ya fue señalado antes, el aporte de la actividad ganadera es el más importante porque en las fincas que tipifican este sistema productivo particular alcanza el 110,03 %. A su vez, en la reducción de este efecto monetario negativo, las especies menores son la actividad productiva de mayor relevancia porque sus ingresos contribuyen a disminuir la magnitud (cuantía) de las pérdidas totales alcanzadas en un 6,50 %, seguida después por la producción agrícola con un 3,53 %. Estos resultados estimados,

además de indicar cómo están distribuidas las pérdidas y los pocos beneficios obtenidos, también permiten deducir que los productos generados por cada una de esas actividades siguen su tránsito en las diferentes cadenas de valor agropecuarias sin dejar ninguna utilidad, o dejando utilidades poco representativas desde el primer eslabón donde son creados.

### Rentabilidad económica a nivel predial

Como la unidad de análisis u observación es el predio (finca), entonces se deben considerar todas las actividades económicas que coadyuvan a definir si este sistema productivo en su “globalidad” produce ganancias o pérdidas, por lo tanto, se incluyen también los recursos monetarios que originan la venta de fuerza laboral (tabla 19). Con base en este enfoque, finalmente se puede determinar que el esfuerzo productivo efectuado por el propietario o poseedor de la tierra no es rentable, porque el valor estimado para la relación beneficio-costo es  $< 1$ , siendo además su magnitud nada “atractiva” en términos de inversión (0,49) si se considera que, por cada peso invertido en el sistema GaSe, se obtienen como retribución ingresos brutos por un poco menos de 50 centavos.

Como es evidente, el bajo valor que arroja el cálculo de la relación beneficio-costo (0,49) se debe solamente al comportamiento que presenta el ítem ganadería, porque su aporte, aunque es el más apreciable en toda la estructura de ingresos (6,13 SMMV), el monto de estos recursos no iguala ni siquiera la mitad de los costos que son manejados para desarrollar dicha actividad pecuaria (internos = 9,28 SMMV, externos = 4,64 SMMV). Por otra parte, vale la pena señalar que, además, en este sistema de finca no existen entradas monetarias por aprovechamiento del bosque nativo o la venta de fuerza laboral (tabla 19), actividades económicas que podrían contribuir a mejorar el bienestar familiar de quienes cuentan con la tenencia de los predios.

**Tabla 19.** Rentabilidad económica a nivel predial de ganadería semiempresarial (GaSe)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	6,13	13,92	
Agrícola	0,25	0,00	
Bosques	0,00	0,00	
Especies menores	0,46	0,00	
Venta mano de obra	0,00	0,00	
Total	6,84	13,92	0,49

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

### Eficiencia económica del uso del suelo

Desde una perspectiva económica, la agricultura que se desarrolla en el contexto de este sistema productivo (GaSe) es la única actividad eficiente, dado que por unidad de área no genera pérdidas sino ganancias, aunque estas no sean significativas en términos monetarios (3300 m<sup>2</sup> o 0,33 ha de terreno cultivado aportan 195 311 pesos colombianos), siendo a su vez la ganadería una actividad ineficiente, porque por cada hectárea de tierra destinada a dicho uso del suelo se pierden aproximadamente 0,24 SMMV (tabla 20), es decir, unos 187 498 pesos colombianos, considerando que el SMMV es de 781 242 pesos colombianos para el año 2018.

**Tabla 20.** Eficiencia económica del uso del suelo de ganadería semiempresarial (GaSe)

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	-7,79	33,00	-0,24
Agrícola	0,25	0,33	0,76
Bosques	0,00	59,67	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Por otro lado, el rubro bosques, al igual que la ganadería, en este sistema productivo también es una actividad ineficiente porque no le aporta recursos monetarios al ingreso familiar (0,00

smmv) pese a la diversidad de productos que ofrece dicho ecosistema natural (productos no maderables del bosque); esto dado que el bosque nativo carece de cualquier tipo de aprovechamiento, a pesar de cubrir en promedio algo más de la mitad del área predial (51,44 %).

### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario

Los resultados arrojados por la encuesta permiten determinar que en este sistema productivo el área cubierta de bosque es de 59,67 ha, aproximadamente, lo cual equivale al 51,44 % del espacio predial total. Pese a esta situación, dicho ecosistema no le aporta ningún recurso monetario al ingreso familiar (0,00 smmv), que es recibido al mes como producto de realizar básicamente actividades agropecuarias, sin importar si generan ganancias o pérdidas (tabla 21). Un aspecto importante de resaltar en este sistema productivo es que la fuerza de trabajo no contribuye en ningún momento a generar ingresos (0,00 smmv) porque su disponibilidad sólo es utilizada dentro del predio.

**Tabla 21.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadería semiempresarial (GaSe)

Variables	Ecosistema / actividades	Estado actual	Estado no ideal
Usos del suelo		ha	ha
	Bosque	59,67	0,00
		SMM	SMM
Ingresos	Ganadería	6,13	4,84
	Agrícola	0,25	0,22
	Bosque	0,00	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Ante la posibilidad de que el área cubierta de bosque natural se deforeste totalmente, quienes cuentan con la tenencia de la tierra (finca) pueden sufrir por la afectación ocasionada al servicio ambiental de regulación del agua lluvia, una disminución no solo del ingreso percibido por ganadería, al pasar de 6,13 smmv (4 789 013

pesos colombianos) a 4,84 smmv (3 781 211 pesos colombianos), sino también del ingreso que origina el desarrollo de las actividades agrícolas porque este flujo de recursos monetarios cambia de 0,25 smmv (195 311 pesos colombianos) a 0,22 smmv (171 873 pesos colombianos), situaciones que experimentan una reducción relativa del 21,0% y el 10,7 %, respectivamente, en el marco del escenario hipotético que se ha denominado “estado no ideal” (tabla 21).

### Ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF)

#### Modelo de distribución de beneficios netos

Tiene relevancia mencionar que en este sistema productivo el bosque nativo no es aprovechado por quienes cuentan con la tenencia de la tierra, razón por la cual su beneficio económico neto (BEN) en smmv es igual a cero (tabla 22). Por otra parte, el rubro especies menores es el que más beneficio aporta al sistema finca porque contribuye con el 46,11 %, seguido por los productos agrícolas cuya participación corresponde al 43,15 % y la ganadería con el 10,74 % (tabla 22). Teniendo en cuenta lo anterior, este modelo lo que muestra es una distribución de ganancias que dejan un significativo excedente a favor (7,07 smmv), que se incrementa en dicho sistema productivo con la entrada de apreciables recursos provenientes de la fuerza laboral vendida (esta actividad económica le aporta al ingreso total el 36,52 %, y equivale a 8,70 smmv, es decir, 6 796 805 pesos colombianos).

Con respecto a la ganancia total (7,07 smmv), como ya se señaló, la contribución realizada por el ítem especies menores es la más representativa (46,11 %), lo cual se explica en buena parte porque sus correspondientes costos de producción son cero, situación que equipara el ingreso bruto con el beneficio económico neto estimado (tabla 22). Por otra parte, la agricultura igualmente presenta una apreciable utilidad (3,05 smmv)

debido a que los gastos incurridos para su desarrollo son casi seis veces más bajos con relación a los ingresos obtenidos mediante la venta de sus productos, hecho cuyo resultado determina que su participación alcance el 43,15 %.

**Tabla 22.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	8,20	7,44	0,76	10,74
Agrícola	3,65	0,60	3,05	43,15
Bosques	0,00	0,00	0,00	0,00
Especies menores	3,26	0,00	3,26	46,11
Total	15,11	8,04	7,07	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Respecto al modelo de distribución de beneficios, la ganadería sigue en importancia, si se considera que en su estructura tiene un peso del 10,74 % (tabla 22). Lo anterior, permite establecer que los diferentes productos generados en este sistema productivo siguen su tránsito por las cadenas de valor agropecuarias, dejando beneficios económicos desde el primer eslabón donde son creados.

### Rentabilidad económica a nivel predial

Como la unidad de análisis es el predio, entonces se deben considerar todas las actividades económicas que ayudan a definir si este sistema productivo en su globalidad genera ganancias o pérdidas, por lo tanto, son considerados también los recursos monetarios que origina la venta de fuerza laboral (tabla 23). Con base en dicho enfoque, finalmente, se puede establecer que todo el esfuerzo productivo efectuado por el propietario o poseedor de la tierra es rentable,

porque el valor estimado para la relación beneficio-costo es  $> 1$ , siendo así mismo su magnitud positiva importante (2,96), si se tiene en cuenta que por cada peso invertido para lograr poner en funcionamiento el sistema GaPcEmF se obtiene como retribución ingresos brutos por casi 3 pesos colombianos.

**Tabla 23.** Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	8,20	7,44	
Agrícola	3,65	0,60	
Bosques	0,00	0,00	
Especies menores	3,26	0,00	
Venta mano de obra	8,70	0,00	
TOTAL	23,81	8,04	2,96

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Como es evidente, el valor positivo que se logra con el cálculo de la relación beneficio-costo (2,96) se debe en gran parte al aporte económico que realizan los ítems venta de mano de obra y especies menores en la estructura de ingresos, así como a la carencia de costos para desarrollar estas dos actividades productivas (tabla 23). Por otra parte, se señala que la agricultura también ayuda a que este sistema de finca sea rentable desde una perspectiva monetaria, porque registra ingresos por un valor seis veces más alto que el monto alcanzado por sus respectivos costos de producción (tabla 23). La ganadería, contrario a lo anterior, es la actividad que más gastos externos e internos demanda para poder funcionar (3,72 SMMV + 3,72 SMMV, respectivamente), siendo su aporte a la rentabilidad del modelo GaPcEmF el más modesto de todos.

### Eficiencia económica del uso del suelo

Desde una perspectiva económica, la agricultura que se desarrolla en el contexto de este sistema productivo (GaPcEmF) es la única actividad eficiente, dado que por unidad de área no genera pérdidas, sino significativas ganancias netas desde el punto de vista monetario (2700 m<sup>2</sup> o 0,27 ha de terreno cultivado aportan 2 382 788 pesos colombianos); siendo a su vez la ganadería una actividad ineficiente, porque por cada hectárea de tierra destinada a dicho uso del suelo se obtiene como beneficio neto solamente 0,03 SMMV (tabla 24), es decir, unos 23 437 pesos colombianos, considerando que el SMMV para el año 2018 corresponde a 781 242 pesos colombianos.

**Tabla 24.** Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	0,76	28,17	0,03
Agrícola	3,05	0,27	11,30
Bosques	0,00	57,88	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Por otro lado, el rubro bosques, al igual que la ganadería, en este sistema productivo también es una actividad ineficiente porque no le aporta recursos monetarios al ingreso familiar (0,00 SMMV) pese a la diversidad de productos que ofrece dicho ecosistema natural (productos no maderables del bosque); esto en razón a que el bosque nativo carece de cualquier tipo de aprovechamiento, a pesar de cubrir en promedio algo más de la mitad del área predial (53,59%).

### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario.

Los resultados arrojados por la encuesta permiten determinar que en este sistema

productivo el área cubierta de bosque es de 57,88 ha, aproximadamente, lo cual equivale al 53,59 % del espacio predial total. Pese a esta situación, dicho ecosistema no le aporta ningún recurso monetario al ingreso familiar (0,00 SMMV), que es recibido al mes por realizar diversas labores agropecuarias (tabla 25) y vender fuerza de trabajo, siendo esta última actividad económica muy importante porque su desarrollo le aporta 8,70 SMMV al ingreso bruto generado en toda la finca, es decir, 6 796 805 pesos colombianos.

**Tabla 25.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención alta

Variables	Ecosistema / Actividades	Estado actual	Estado no ideal
Usos del suelo		ha	ha
	Bosque	57,88	0,00
		SMM	SMM
Ingresos	Ganadería	8,20	6,48
	Agrícola	3,65	3,26
	Bosque	0,00	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Ante la probabilidad de que el área en bosque se deforeste totalmente, quienes cuentan con la tenencia de la tierra (fincas) pueden sufrir por la afectación ocasionada al servicio ambiental de regulación del agua lluvia, una reducción no solo del ingreso ganadero al pasar de 8,20 SMMV (6 796 805 pesos colombianos) a 6,48 SMMV (5 062 448 pesos colombianos), sino también del ingreso que genera la actividad agrícola porque este flujo monetario cambiaría de 3,65 SMMV (2 851 533 pesos colombianos) a 3,26 SMMV (2 546 849 pesos colombianos), situaciones que registran en el marco del escenario denominado “no ideal”, una caída relativa del 21,0 % y el 10,7 %, respectivamente (tabla 25).

### Estrato fisiográfico de tierra firme intervención media

En el marco de dicho estrato y nivel de intervención, fueron considerados para realizar el análisis los sistemas productivos que son relacionados a continuación: ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), ganadero familiar y especies menores (GaFEm), agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF) y avícola familiar (AvF).

### Ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF)

#### Modelo de distribución de beneficios netos

Es importante precisar que en el marco de este sistema productivo los rubros especies menores y bosques son las actividades realizadas que no registran beneficios económicos netos (BEN), porque la diferencia establecida entre los ingresos brutos que generan y sus respectivos costos de producción arroja saldos negativos (tabla 26). A su vez, el ítem ganadería es el que más beneficio le aporta al sistema finca porque contribuye con el 85,25 %, seguido después por los productos agrícolas, cuya participación es del 17,87 %. Teniendo en cuenta todo lo anterior,

**Tabla 26.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	23,69	4,61	19,08	85,25
Agrícola	5,31	1,31	4,00	17,87
Bosques	0,00	0,16	-0,16	-0,71
Especies menores	1,86	2,40	-0,54	-2,41
Total	30,86	8,48	22,38	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

este modelo lo que muestra es una distribución de ganancias y pérdidas donde las utilidades logradas compensan el flujo negativo existente (especies menores, bosques), dejando asimismo un buen excedente a favor, que se incrementa en este sistema productivo con la entrada de unos apreciables recursos monetarios provenientes de la fuerza laboral vendida por fuera del predio (esta actividad aporta al ingreso total percibido el 21,53 % y equivale a 8,47 SMMV, es decir, 6 617 120 pesos colombianos).

Con respecto a la ganancia total (22,38 SMMV), la pérdida del ítem bosque no es muy importante ya que solo alcanza el -0,71 %, siendo este valor un indicador del no uso de ese ecosistema natural para optimizar el bienestar familiar de los propietarios de las fincas, pese a que en promedio cubre 44,30 ha. Así mismo, las especies menores es la otra actividad económica que en el modelo de distribución presenta signo negativo, dado que su participación es equivalente al -2,41 % (tabla 26). Lo anterior, permite establecer que los distintos productos generados en estas dos actividades siguen su tránsito por las cadenas agropecuarias de valor, sin dejar algún beneficio económico en el primer eslabón donde son creados.

#### Rentabilidad económica a nivel predial

Como la unidad de análisis es el predio, entonces se deben considerar todas las actividades económicas que ayudan a definir si este sistema productivo en su globalidad genera ganancias o pérdidas, por lo tanto, son considerados también los recursos monetarios que origina la venta de fuerza laboral (tabla 27). Con base en este enfoque, finalmente es posible establecer que todo el esfuerzo productivo realizado por el propietario o poseedor de la tierra es rentable, porque el valor estimado para la relación beneficio-costos es  $> 1$ , siendo asimismo importante su magnitud positiva (4,64), si se tiene en cuenta que por cada peso invertido para lograr poner en

funcionamiento el sistema GaPcEmF se obtiene como retribución de ingresos brutos por algo más de 4,6 pesos.

**Tabla 27.** Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	23,69	4,61	
Agrícola	5,31	1,31	
Bosques	0,00	0,16	
Especies menores	1,86	2,40	
Venta mano de obra	8,47	0,00	
Total	39,33	8,48	4,64

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Como es evidente, el valor positivo que se logra con el cálculo de la relación beneficio-costo (4,64) se debe en gran medida al aporte económico que realiza el ítem “ganadería” en la estructura de ingresos, así como al monto de los costos de producción que se asumen para el desarrollo de esta actividad pecuaria (internos = 0,90 SMMV, externos = 3,71 SMMV). Además, se precisa que en este sistema de finca también hay venta de fuerza laboral (aporta ingresos brutos por 8,70 SMMV), rubro que no incurre en ninguna clase de costos para su desarrollo (tabla 27) y que contribuye al mejoramiento del bienestar de quienes cuentan con la tenencia de los predios en razón al efecto positivo que ocasiona sobre su capacidad adquisitiva.

### Eficiencia económica del uso del suelo

Desde una perspectiva económica, la agricultura que se desarrolla en el contexto de este sistema productivo (GaPcEmF) es la actividad más eficiente, dado que por unidad de área genera las mayores ganancias netas desde el punto de vista

monetario (10 000 m<sup>2</sup> o 1 ha de tierra cultivada aporta 1 664 045 pesos colombianos); siendo a su vez el ítem bosques una clara actividad ineficiente, porque cada hectárea de tierra cubierta por este ecosistema natural no causa ninguna utilidad, sino al contrario un beneficio neto equivalente a -0.16 SMMV (tabla 28), situación que puede explicarse por la erogación de algunos gastos con el fin de obtener bienes que no son comercializados, sino para uso interno en el predio, como por ejemplo postes para cercas.

**Tabla 28.** Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	19,08	39,11	0,49
Agrícola	4,00	1,88	2,13
Bosques	-0,16	44,30	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Por su parte, el rubro ganadería, aunque crea ganancias desde una perspectiva monetaria (tabla 28), es una actividad con baja eficiencia económica dado que su desarrollo solo genera 0,49 SMMV por ha (382 809 pesos colombianos). A partir de las anteriores precisiones realizadas, se puede establecer que en este sistema productivo el uso del suelo en bosques y pastos para actividad ganadera no es eficiente, si se tiene en cuenta la baja magnitud de las utilidades derivadas de su explotación.

### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario

En este sistema productivo (GaPcEmF), el área cubierta de bosque natural es 44,30 ha, aproximadamente, lo cual equivale al 42,09 % del espacio predial total. Pese a esto, dicho ecosistema no le aporta ningún recurso monetario al ingreso familiar (0,00 SMMV) que es recibido al mes por efectuar diferentes labores agropecuarias

(tabla 29) y vender fuerza de trabajo, siendo esta última actividad económica de gran importancia porque su desarrollo le aporta 8,47 SMMV al ingreso bruto generado en toda la finca, es decir, crea un flujo de recursos por 6 617 120 pesos colombianos.

**Tabla 29.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero con pancoger y especies menores familiar (GaPcEmF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Variables	Ecosistema / Actividades	Estado actual	Estado no ideal
Usos del suelo		ha	ha
	Bosque	44,30	0,00
		SMM	SMM
Ingresos	Ganadería	23,69	18,72
	Agrícola	5,31	4,74
	Bosque	0,00	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Ante la probabilidad de que el área en bosque se deforeste totalmente, quienes cuentan con la tenencia de la tierra (fincas) pueden sufrir, por la afectación negativa creada al servicio ambiental de regulación del agua lluvia, una disminución no solo del ingreso ganadero, al pasar de 23,69 SMMV (18 507 623 pesos colombianos) a 18,72 SMMV (14 624 850 pesos colombianos), sino también del ingreso que genera la actividad agrícola, porque dicho flujo monetario fluctuaría de 5,31 SMMV (4 148 395 pesos colombianos) a 4,74 SMMV (3 703 087 pesos colombianos), situaciones que registran en el contexto del escenario llamado “no ideal” una caída relativa del 21,0 % y el 10,7 %, respectivamente (tabla 29).

### Ganadero familiar y especies menores (GaFEm)

#### Modelo de distribución de beneficios netos

Es importante señalar que, a excepción del ítem bosque, todas las demás actividades en este sistema productivo registran beneficios

económicos netos (BEN), porque la diferencia entre los ingresos brutos generados por estas actividades y sus respectivos costos de producción arroja saldos positivos (tabla 30). Con respecto al bosque, este rubro no aporta ninguna clase de beneficio o pérdida económica al modelo GaFEm y, por lo tanto, no participa en la estructura de distribución de este sistema productivo. Considerando lo anterior, dicho modelo muestra una repartición de ganancias que deja un gran excedente a favor y que se fortalece con la entrada de recursos provenientes de la fuerza laboral vendida (en el ingreso total dicha actividad le aporta 1,44 % y equivale a 1,69 SMMV (1 320 299 pesos colombianos).

**Tabla 30.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	57,54	13,95	43,59	81,45
Agrícola	8,78	1,83	6,95	12,99
Bosques	0,00	0,00	0,00	0,00
Especies menores	5,48	2,50	2,98	5,56
TOTAL	71,80	18,28	53,52	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Respecto a la ganancia total (53,52 SMMV), el aporte realizado por la actividad ganadera es el más representativo porque en los diferentes predios que tipifican este sistema productivo alcanza el 81,45 % de rentabilidad, seguida por los ítems agricultura y especies menores (tabla 30). Esto último también permite inferir claramente que los productos generados en estas actividades económicas siguen su tránsito por las distintas cadenas de valor agropecuarias, dejando beneficios a partir del primer eslabón donde son creados. Como ya fue mencionado, los bosques no presentan participación en el modelo debido a que no se hace ningún aprovechamiento

comercial de estos ecosistemas naturales que en promedio cubren 125,54 ha.

### Rentabilidad económica a nivel predial

Como la unidad de análisis es el predio, entonces se deben considerar todas las actividades económicas que ayudan a definir si este sistema productivo en su “globalidad” produce ganancias o pérdidas y, por lo tanto, también son incluidos los ingresos monetarios que origina la venta de fuerza laboral (tabla 31). Con base en este enfoque, finalmente, se puede establecer que el esfuerzo productivo realizado por el propietario o poseedor de la tierra es rentable porque el valor del beneficio económico neto (BEN) total calculado es  $> 1$ , siendo asimismo su magnitud positiva apreciable (3,99), si se tiene en cuenta que por cada peso invertido para lograr poner en funcionamiento el sistema GaFEm, se obtiene como retribución o “retorno” ingresos brutos por algo más de 3,9 pesos.

**Tabla 31.** Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	57,54	13,95	
Agrícola	8,78	1,83	
Bosques	0,00	0,00	
Especies menores	5,48	2,50	
Venta mano de obra	1,09	0,00	
TOTAL	72,89	18,28	3,99

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Como es evidente, el valor positivo que se logra con el cálculo de la relación beneficio-costos (3,99) se debe principalmente al aporte económico que efectúa el ítem “ganadería” en la estructura de ingresos, así como al monto más bajo de los costos de producción que se asumen para realizar esta actividad pecuaria (internos

= 2,83 smmv, externos = 11,12 SMMV). Igualmente, se precisa que en este sistema de finca también haya venta de fuerza laboral (aporta ingresos brutos por 1,09 SMMV), rubro que no incurre en ninguna clase de costos para su desarrollo (tabla 31) y que contribuye al mejoramiento del bienestar de quienes cuentan con la tenencia de los predios en razón al efecto positivo que ocasiona sobre su capacidad adquisitiva.

### Eficiencia económica del uso del suelo

En términos específicos, la agricultura es la actividad más eficiente, desde una perspectiva económica, en este sistema productivo debido a que por unidad de área genera ganancias cuya cuantía monetaria es significativa (2,23 SMMV, es decir, 1 742 170 pesos colombianos); a su vez, la ganadería es la menos eficiente porque en cada hectárea destinada particularmente a este uso del suelo solo se causa beneficios por 0,32 SMMV (tabla 32). En otras palabras, esto quiere decir 249 997 pesos colombianos, considerando que el SMMV para el año 2018 es de 781 242 pesos colombianos.

**Tabla 32.** Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	43,59	136,00	0,32
Agrícola	6,95	3,11	2,23
Bosques	0,00	125,54	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

De igual manera, el ítem bosques no genera ganancias ni pérdidas porque no existe ningún tipo de aprovechamiento económico en dicho ecosistema natural, pese a que en los diversos predios que tipifican este sistema productivo su cobertura total alcanza en promedio 125,54 ha (tabla 32). Considerando las anteriores precisiones, se puede establecer que en este sistema productivo (GaFEm) el uso del suelo dedicado al desarrollo de prácticas agropecuarias es eficiente,

si se tiene en cuenta la generación de “ganancias” monetarias derivadas de su explotación.

### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario

En este sistema productivo el área cubierta de bosque es de 125,54 ha, lo cual equivale al 26,56 % de la superficie predial total. Pese a esto, dicho ecosistema no hace ningún aporte al ingreso familiar (0,00 SMMV), es decir que participa con el 0,00 % de los recursos totales que se perciben al mes como producto de realizar otras actividades productivas (tabla 33) y vender fuerza de trabajo, siendo esta última una actividad económica de gran importancia porque su desarrollo le aporta 1,09 SMMV al ingreso bruto generado en todo el predio, es decir, crea un flujo de recursos por 851 554 pesos colombianos.

**Tabla 33.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero familiar y especies menores (GaFEm)

Variables	Ecosistema / Actividades	Estado actual	Estado no ideal
Usos del suelo		ha	ha
	Bosque	125,54	0,00
Ingresos		SMMV	SMMV
	Ganadería	57,54	45,46
	Agrícola	8,78	7,84
	Bosque	0,00	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Ante la posibilidad de que dicha área en bosque sea deforestada totalmente, los que cuentan con la tenencia de la tierra (fincas) pueden sufrir por la afectación causada al servicio ambiental de regulación del agua lluvia una reducción no solo del ingreso ganadero, al pasar de 57,54 SMMV (44 952 665 pesos colombianos) a 4,46 SMMV (35 515 261 pesos colombianos), sino también del ingreso agrícola porque esta entrada monetaria cambiaría de 8,78 SMMV (6 859 305 pesos colombianos) a 7,84 SMMV (6 124 937 pesos colombianos), situaciones que en el contexto

del escenario llamado “no ideal” presentan una disminución relativa del 21,0 % y el 10,7 %, respectivamente (tabla 33), porcentajes que corresponden a los resultados estimados en el ejercicio de valoración económica del servicio ambiental de regulación del agua lluvia.

### Agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF)

#### Modelo de distribución de beneficios netos

Es importante señalar que, a excepción del ítem especies menores, las demás actividades realizadas en este sistema productivo generan beneficios económicos netos (BEN), porque la diferencia entre el ingreso bruto creado por esas actividades y sus respectivos costos de producción arroja saldos positivos (tabla 34). Con base en lo anterior, es evidente que dicho modelo está mostrando una mayor distribución de utilidades, situación por la cual se puede establecer que su sostenimiento se debe esencialmente a los productos que salen del predio, más el ingreso recibido por la venta de fuerza laboral (este ítem vale el 30,49 % de los ingresos percibidos a escala predial, y su valor en términos monetarios alcanza los 9,54 SMMV, lo cual equivale a 7 453 049 pesos colombianos).

**Tabla 34.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	13,63	5,59	8,04	67,62
Agrícola	5,05	1,12	3,93	33,05
Bosques	0,12	0,00	0,12	1,01
Especies menores	2,52	2,72	-0,20	-1,68
TOTAL	21,32	9,43	11,89	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Con relación a la ganancia total lograda (11,89 SMMV), el aporte de la actividad ganadera es el más representativo, porque en los predios que tipifican este sistema productivo particular alcanza el 67,62 %, seguido de productos agrícolas (33,05 %) y bosques (1,01 %). Lo anterior, además de mostrar cómo se distribuyen las utilidades, también permite inferir que todos los productos originados por estas actividades siguen su tránsito en las cadenas de valor agropecuarias, dejando beneficios económicos desde el primer eslabón donde son creados.

### Rentabilidad económica a nivel predial

Como el referente de análisis es la finca, entonces se deben considerar todas las actividades económicas que ayudan a definir si este sistema productivo en su “globalidad” genera ganancias o pérdidas y, por lo tanto, se incluyen también los ingresos que crea la venta de fuerza laboral (tabla 35). Según lo anterior, se puede establecer que el esfuerzo productivo realizado por el propietario o poseedor de la tierra es rentable, porque el valor de la relación beneficio-costos es  $> 1$ , siendo igualmente su magnitud positiva apreciable (3,27), si se tiene en cuenta que por cada peso invertido para poner en funcionamiento el sistema AgpVmoF, se obtiene una retribución de ingresos brutos por casi 3,3 pesos.

**Tabla 35.** Rentabilidad económica a nivel predial de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	13,63	5,59	
Agrícola	5,05	1,12	
Bosques	0,12	0,00	
Especies menores	2,52	2,72	
Venta mano de obra	9,54	0,00	
Total	30,86	9,43	3,27

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Como es evidente, el valor positivo que se logra con el cálculo de la relación beneficio-costos (3,27) se debe en gran medida al aporte económico que realiza el ítem “ganadería” en la estructura de ingresos, así como al monto de los costos de producción que se asumen para el desarrollo de esta actividad pecuaria (internos = 3,65 SMMV, externos = 1,94 SMMV). También se precisa que en este sistema de finca haya venta de fuerza laboral (aporta ingresos brutos por 9,54 SMMV), rubro que no incurre en ninguna clase de costos para su desarrollo (tabla 35) y que contribuye al mejoramiento del bienestar de quienes tienen la tenencia de los predios en razón al efecto positivo que ocasiona sobre su capacidad adquisitiva.

### Eficiencia económica del uso del suelo

En términos específicos, desde una perspectiva económica, la agricultura es la actividad más eficiente en este sistema productivo, pues por unidad de área genera ganancias cuya cuantía monetaria es significativa (2,55 SMMV, es decir, 1 992 167 pesos colombianos), siendo a su vez el ítem bosques el de mayor ineficiencia porque por cada hectárea dedicada a este uso particular del suelo solo se causa beneficios por 0,00 SMMV (tabla 36).

**Tabla 36.** Eficiencia económica del uso del suelo de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	8,04	24,12	0,33
Agrícola	3,93	1,54	2,55
Bosques	0,12	99,00	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

El rubro ganadería, aunque crea ganancias desde una óptica monetaria (tabla 36), es una actividad con baja eficiencia económica dado que su desarrollo solo genera 0,33 SMMV por hectárea (257 810 pesos colombianos). A partir de

las anteriores observaciones realizadas, se puede establecer que en este sistema productivo el uso del suelo en bosque y pastos no es eficiente, si se tiene en cuenta la baja magnitud de las utilidades derivadas de su explotación.

### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario

En este sistema productivo, el área cubierta de bosque es de 99,00 ha, lo cual equivale al 61,63 % de la superficie predial total. Pese a esto, dicho ecosistema solo hace un pequeño aporte al ingreso familiar (0,12 SMMV), es decir que participa con el 0,37 % de todos los recursos monetarios que recibe al mes como producto de realizar otras actividades productivas (tabla 37) y vender fuerza de trabajo, siendo esta última actividad de gran importancia porque su desarrollo le aporta 9,54 SMMV al ingreso bruto generado en todo el predio, es decir, crea un flujo de recursos por 7 453 049 pesos colombianos.

**Tabla 37.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención media

Variables	Ecosistema / Actividades	Estado actual	Estado no ideal
		ha	ha
Usos del suelo	Bosque	99,00	0,00
		SMM	SMM
Ingresos	Ganadería	13,63	10,77
	Agrícola	5,05	4,51
	Bosque	0,12	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Ante la probabilidad de que el área en bosque se deforeste totalmente, quienes cuentan con la tenencia de la tierra (fincas) pueden sufrir, por la afectación negativa creada al servicio ambiental de regulación del agua lluvia, una disminución no solo del ingreso ganadero al pasar de 13,63 SMMV (10 648 328 pesos colombianos) a 10,77 SMMV (8 413 976 pesos colombianos),

sino también del ingreso que genera la actividad agrícola porque dicho flujo monetario fluctuaría de 5,05 SMMV (3 945 272 pesos colombianos) a 4,51 SMMV (3 523 401 pesos colombianos), situaciones que registran en el contexto del escenario llamado “no ideal” una caída relativa del 21,0 % y 10,7 %, respectivamente (tabla 37).

### Avícola familiar (AvF)

#### Modelo de distribución de beneficios netos

Cabe señalar que, a excepción del ítem ganadería, todas las demás actividades efectuadas en este sistema productivo generan beneficios económicos netos (BEN), porque la diferencia entre el ingreso bruto creado por esas actividades y sus respectivos costos de producción arroja saldos positivos (tabla 38). Con base en lo anterior, es evidente que dicho modelo está mostrando una mayor distribución de utilidades, situación por la cual se puede establecer que su sostenimiento se debe esencialmente a los productos agrícolas, forestales y aves (pollos, gallinas) que salen del predio, porque no existe ningún ingreso percibido por la venta de fuerza laboral.

**Tabla 38.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de avícola familiar (AvF)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola	3,17	0,00	3,17	76,39
Bosques	0,39	0,00	0,39	9,40
Especies menores	0,59	0,00	0,59	14,21
TOTAL	4,15	0,00	4,15	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Con respecto a la ganancia total (4,15 SMMV), el aporte realizado por la actividad agrícola es el más representativo, porque en los diferentes predios que tipifican este sistema productivo alcanza el 76,39 % de rentabilidad, seguida por

los ítems especies menores y bosques (tabla 38). Esto último también permite deducir que los productos generados en estas tres actividades económicas siguen su tránsito por las diferentes cadenas de valor agropecuarias, dejando beneficios desde el primer eslabón donde se crean. Como se puede evidenciar en la tabla 38, la ganadería no presenta participación en el modelo, dado que no se levanta ganado con fines comerciales, pese a que los pastos cubren 113,00 ha en los predios que tipifican este sistema productivo.

### Rentabilidad económica a nivel predial

Como el referente de análisis es la finca, se deben considerar todas las actividades económicas que ayudan a definir si este sistema productivo en su “globalidad” genera ganancias o pérdidas. Considerando lo anterior, es importante precisar que no existe venta de fuerza laboral y, por lo tanto, se carece de ingresos monetarios derivados de este rubro particular (tabla 39). Con base en dicho enfoque, no se puede establecer a partir de la relación beneficio-costos si el esfuerzo productivo efectuado por el propietario o poseedor de la tierra es rentable, porque los costos totales al ser 0,0 SMMV provocan que la división matemática entre estas dos variables arroje como resultado un error. No obstante, desde el punto de vista deductivo, es posible determinar que

**Tabla 39.** Rentabilidad económica a nivel predial de avícola familiar (AvF)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	0,00	0,00	
Agrícola	3,17	0,00	
Bosques	0,39	0,00	
Especies menores	0,59	0,00	
Venta mano de obra	0,00	0,00	
TOTAL	4,15	0,00	NA

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

en dicho sistema productivo existe rentabilidad económica, porque sin efectuarse inversión alguna se obtienen ingresos monetarios por una cuantía equivalente a 4,15 SMMV, lo cual representa 3 242 154 pesos colombianos.

Pese a que la relación beneficio-costos no se pudo calcular matemáticamente, se reitera que en la rentabilidad económica de este sistema productivo tienen gran relevancia los ingresos brutos aportados por el ítem agrícola, seguido por especies menores y bosques, dado que la ganadería y la venta de fuerza laboral no tienen ninguna participación (tabla 39).

### Eficiencia económica del uso del suelo

En términos específicos, exceptuando la agricultura, las diferentes actividades que son desarrolladas en este sistema productivo no son eficientes desde una óptica económica, debido a que por unidad de área no generan ganancias ni pérdidas; siendo a su vez la agricultura la única eficiente porque cada hectárea que se encuentra destinada a dicho uso del suelo produce 2,11 SMMV (tabla 40), esto quiere decir 1 648 421 pesos colombianos, aproximadamente, considerando que el SMMV es de 781 242 pesos colombianos para el año 2018.

**Tabla 40.** Eficiencia económica del uso del suelo de avícola familiar (AvF)

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	0,00	113,00	0,00
Agrícola	3,17	1,50	2,11
Bosques	0,39	160,00	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Por otra parte, los ítems bosques y ganadería no son eficientes porque no crean ganancias (pero tampoco pérdidas), lo cual hace que estas actividades productivas se encuentren en una situación “nula” (tabla 40). Considerando esto, se puede inferir que el uso del suelo destinado a desarrollar

labores ganaderas y forestales en el contexto de este sistema productivo es ineficiente, si se tiene en cuenta que sus correspondientes aportes al ingreso familiar son muy poco importantes.

### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario

En este sistema productivo el área cubierta de bosque es 160 ha, lo cual equivale al 54,33 % de la superficie predial total. Pese a esto, dicho ecosistema solo hace un pequeño aporte al ingreso familiar (0,39 SMMV), es decir que participa con el 9,38 % de todos los recursos monetarios que son recibidos al mes como producto de realizar distintas actividades productivas, entre las que se destacan la agricultura de pancoger y la avicultura para la producción de carne y huevos (tabla 41).

Ante la probabilidad de que el área en bosque se deforeste toda, los que cuentan con la tenencia de la tierra pueden perder los escasos recursos que les proporciona dicho ecosistema natural (0,39 SMMV), así como sufrir por el daño causado al servicio ambiental de regulación del agua lluvia, y una reducción del ingreso agrícola porque esta entrada monetaria se disminuiría de 3,17 SMMV (2 476 537 pesos colombianos) a 2,83 SMMV (2 210 915 pesos colombianos), situación que en el marco del escenario “no ideal” presenta una caída del 10,7 %, cifra relativa que fue determinada con los resultados obtenidos en el ejercicio de valoración económica del recurso agua para el Guaviare (tabla 41).

**Tabla 41.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de avícola familiar (AvF)

Variables	Ecosistema / Actividades	Estado actual	Estado no ideal
		ha	ha
Usos del suelo	Bosque	160,00	0,00
		SMM	SMM
Ingresos	Ganadería	0,00	0,00
	Agrícola	3,17	2,83
	Bosque	0,39	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

### Estrato fisiográfico de tierra firme intervención baja

En el marco de dicho estrato y nivel de intervención, fueron considerados para realizar el análisis los sistemas productivos relacionados a continuación: ganadero empresarial (GaE) y agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF).

### Ganadero empresarial (GaE)

#### Modelo de distribución de beneficios netos

Es importante precisar que en el marco de este sistema productivo los rubros especies menores y agrícola son las actividades realizadas que no registran beneficios económicos netos (BEN), porque la diferencia establecida entre los ingresos brutos que crean y sus respectivos costos de producción arroja saldos negativos (tabla 42). A su vez, el ítem ganadería es el que mayor beneficio le aporta al sistema finca porque contribuye con el 153,79 %. Teniendo en cuenta lo anterior, dicho modelo muestra una distribución de ganancias y pérdidas donde las utilidades logradas compensan el flujo negativo existente (agrícola, especies menores), dejando así mismo un apreciable excedente a favor que se incrementa, en este sistema productivo, con la entrada de unos moderados recursos monetarios creados con la fuerza laboral vendida por fuera del predio (esta actividad aporta al ingreso

**Tabla 42.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de ganadero empresarial (GaE)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	27,92	10,05	17,87	153,79
Agrícola	3,23	8,68	-5,45	-46,90
Bosques	0,00	0,00	0,00	0,00
Especies menores	0,94	1,74	-0,80	-6,89
TOTAL	32,09	20,47	11,62	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

total percibido el 1,65 %, y equivale a 1,16 SMMV, es decir, 6 617 120 pesos colombianos).

Con relación a la ganancia total lograda (11,62 SMM), como ya se señaló, el aporte de la actividad ganadera es el más representativo porque en las diversas fincas que tipifican este particular sistema productivo alcanza el 153,79 %. Lo anterior, además de mostrar cómo se distribuyen tanto las utilidades como las pérdidas económicas, también permite deducir que los productos originados por la ganadería siguen su tránsito en las cadenas de valor agropecuarias, dejando beneficios desde el primer eslabón donde son creados.

### Rentabilidad económica a nivel predial

Como el referente de análisis es la finca, se deben considerar todas las actividades económicas que ayudan a definir si este sistema productivo en su “globalidad” genera ganancias o pérdidas y, por lo tanto, se incluyen también los ingresos que crea la venta de fuerza laboral (tabla 43). Considerando lo anterior, se puede establecer que el esfuerzo productivo realizado por el propietario o poseedor de la tierra es rentable, porque el valor de la relación beneficio-costos es  $> 1$ , siendo su magnitud positiva moderada (1,62), si se tiene en cuenta que por cada peso invertido para poner en funcionamiento el sistema GaE, se obtuvieron como retribución ingresos brutos por casi 1,6 pesos.

**Tabla 43.** Rentabilidad económica a nivel predial de ganadero empresarial (GaE)

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	27,92	10,05	
Agrícola	3,23	8,68	
Bosques	0,00	0,00	
Especies menores	0,94	1,74	
Venta mano de obra	1,16	0,00	
TOTAL	33,25	20,47	1,62

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Como se evidencia, el valor positivo que se logra con el cálculo de la relación beneficio-costos (1,62) se debe en gran medida al aporte económico que realiza el ítem “ganadería” en la estructura de ingresos, así como al monto de los costos de producción que se asumen para el desarrollo de esta actividad pecuaria (internos = 1,14 SMMV, externos = 8,91 SMMV). Igualmente, se precisa que en este sistema de finca también haya venta de fuerza laboral (aporta ingresos brutos por 1,16 SMMV), rubro que no incurre en ninguna clase de costos para su desarrollo (tabla 43) y que contribuye al mejoramiento del bienestar de quienes cuentan con la tenencia de los predios en razón al efecto positivo que ocasiona sobre su capacidad adquisitiva.

### Eficiencia económica del uso del suelo

En términos específicos, exceptuando la ganadería, las diferentes actividades que son desarrolladas en este sistema productivo no son eficientes, desde una óptica económica, debido a que por unidad de área generan pérdidas (agricultura) y ninguna ganancia (bosques); siendo a su vez la ganadería la única actividad eficiente porque cada hectárea que se encuentra dedicada a dicho uso del suelo produce 0,21 SMMV (tabla 44), es decir, 164 061 pesos colombianos, aproximadamente, considerando que el SMMV es de 781 242 pesos colombianos para el año 2018.

**Tabla 44.** Eficiencia económica del uso del suelo de ganadero empresarial (GaE)

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	17,87	87,00	0,21
Agrícola	-5,45	2,96	-1,84
Bosques	0,00	70,75	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

El rubro ganadería, aunque crea ganancias desde una óptica monetaria (tabla 44), es una actividad con baja eficiencia económica, dado

que su desarrollo solo genera 0,21 SMMV por hectárea (164 061 pesos colombianos). A partir de las anteriores observaciones, se pudo establecer que en este sistema productivo el uso del suelo en bosque y cultivos no es eficiente, si se tienen en cuenta las pérdidas o la carencia de utilidades derivadas de su explotación.

### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario

En este sistema productivo el área cubierta de bosque es de 70,75 ha, lo cual equivale al 39,15 % de la superficie predial total. Pese a esto, dicho ecosistema no hace ningún aporte al ingreso familiar (0,00 SMMV), es decir que participa con el 0,00 % de los recursos totales que se perciben al mes como producto de realizar otras actividades productivas (tabla 45) y vender fuerza de trabajo, siendo esta última actividad económica de gran importancia porque su desarrollo le aporta 1,16 SMMV al ingreso bruto generado en todo el predio, es decir, crea un flujo de recursos de 906 241 pesos colombianos.

**Tabla 45.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de ganadero empresarial (GaE)

Variables	Ecosistema / Actividades	Estado actual	Estado no ideal
		ha	ha
Usos del suelo	Bosque	70,75	0,00
		SMM	SMM
Ingresos	Ganadería	27,92	22,06
	Agrícola	3,23	2,88
	Bosque	0,00	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Ante la probabilidad de que el área en bosque se deforeste totalmente, quienes cuentan con la tenencia de la tierra (fincas) pueden sufrir, por la afectación negativa creada al servicio ambiental de regulación del agua lluvia, una disminución no solo del ingreso ganadero, al pasar de 27,92 SMMV (21 812 277 pesos colombianos) a 22,06 SMMV (17 234 199 pesos colombianos),

sino también del ingreso que genera la actividad agrícola porque dicho flujo monetario fluctuaría de 3,23 SMMV (2 523 412 pesos colombianos) a 2,88 SMMV (2 249 977 pesos colombianos), situaciones que registran en el contexto del escenario llamado “no ideal” una caída relativa del 21,0 % y el 10,7 %, respectivamente (tabla 45).

### Agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF)

#### Modelo de distribución de beneficios netos

Es importante precisar que en el marco de este sistema productivo el ítem especies menores es una actividad realizada que no registra beneficios económicos netos (BEN), porque la diferencia establecida entre los ingresos brutos que causa y sus respectivos costos de producción arroja saldo negativo (tabla 46). A su vez, el rubro ganadería y el rubro bosques son los que mayor beneficio le aportan al sistema finca porque ayudan entre los dos con el 94,50 %. Teniendo en cuenta lo anterior, dicho modelo muestra una distribución de ganancias y pérdidas donde las utilidades alcanzadas compensan el flujo negativo existente (especies menores), dejando así un gran excedente a favor que es incrementado, en este sistema productivo,

**Tabla 46.** Modelo de distribución de beneficios-pérdidas de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	BEN (SMM)	%
Ganadería	16,07	6,14	9,93	68,20
Agrícola	4,60	3,63	0,97	6,66
Bosques	3,83	0,00	3,83	26,30
Especies menores	2,01	2,18	-0,17	-1,16
Total predial	26,51	11,95	14,56	100,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

con la entrada de unos importantes recursos monetarios creados con la fuerza laboral vendida por fuera del predio (esta actividad aporta al ingreso total percibido, con el 19,93 %, y equivale a 8,11 SMMV, es decir, 6 335 873 pesos colombianos).

Con relación a la ganancia total lograda (14,56 SMMV), el aporte de la actividad ganadera es el más representativo porque en las diversas fincas que tipifican este sistema productivo particular alcanza el 68,20 %. Lo anterior, además de mostrar cómo se distribuyen tanto las utilidades como las pérdidas económicas, también permite deducir que los productos originados por la ganadería, el aprovechamiento del bosque y la agricultura siguen su tránsito en las cadenas de valor agropecuarias, dejando beneficios desde el primer eslabón donde son creados.

### Rentabilidad económica a nivel predial

Como el referente de análisis es la finca, se deben considerar todas las actividades económicas que ayudan a definir si este sistema productivo en su “globalidad” genera ganancias o pérdidas y, por lo tanto, se incluyen también los ingresos que crea la venta de fuerza laboral (tabla 47). Según lo anterior, se puede establecer que el esfuerzo

**Tabla 47.** Rentabilidad económica a nivel predial de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja

Actividades	Ingreso bruto (SMM)	Costos totales (SMM)	Relación B/C
Ganadería	16,07	6,14	
Agrícola	4,60	3,63	
Bosques	3,83	0,00	
Especies menores	2,01	2,18	
Venta mano de obra	8,11	0,00	
Total	34,62	11,95	2,90

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

productivo realizado por el propietario o poseedor de la tierra es rentable, porque el valor de la relación beneficio-costos es  $> 1$ , siendo así mismo su magnitud positiva importante (2,90), si se tiene en cuenta que por cada peso invertido para poner en funcionamiento el sistema AgpVmoF se obtienen como retribución ingresos brutos por 2,9 pesos.

Como se muestra, el valor positivo que se logra con el cálculo de la relación beneficio-costos (2,90) se debe en gran medida al aporte económico que realiza el ítem “ganadería” en la estructura de ingresos, así como al monto de los costos de producción que se asumen para el desarrollo de esta actividad pecuaria (internos = 3,27 SMMV, externos = 2,87 SMMV). Es necesario que además en este sistema de finca haya venta de fuerza laboral (aporta ingresos brutos por 8,11 SMMV), rubro que no incurre en ninguna clase de costos para su desarrollo (tabla 47) y que contribuye al mejoramiento del bienestar de quienes cuentan con la tenencia de los predios en razón al efecto positivo que ocasiona sobre su capacidad adquisitiva<sup>2</sup>.

### Eficiencia económica del uso del suelo

En términos específicos, las distintas actividades que se desarrollan en este sistema productivo son eficientes, desde una perspectiva económica, debido a que por unidad de área generan ganancias monetarias, siendo a su vez la producción agrícola y la ganadería las actividades de mayor eficiencia porque por cada hectárea dedicada a dichos usos del suelo se producen 0,41 SMMV y 0,35 SMMV, respectivamente (tabla 48). Esto quiere decir 320 309 pesos colombianos y 273 435 pesos colombianos, considerando que el SMMV es de 781 242 pesos colombianos para el año 2018.

<sup>2</sup> Se parte del supuesto de que a mayor ingreso más capacidad de compra debido al aumento del poder adquisitivo del núcleo familiar.

**Tabla 48.** Eficiencia económica del uso del suelo de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja

Actividades	BEN (SMM)	Uso del suelo (ha)	Eficiencia (SMM/ha)
Ganadería	9,93	28,13	0,35
Agrícola	0,97	2,35	0,41
Bosques	3,83	77,32	0,05

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Aunque los rubros ganadería y agricultura crean ganancias desde una clara óptica monetaria (tabla 48), ambas son actividades con baja eficiencia económica dado que su desarrollo solo genera 0,35 SMMV y 0,41 SMMV por hectárea, respectivamente. Con base en dichas precisiones, se pudo establecer que en este sistema productivo el uso del suelo en pastos y cultivos no es muy eficiente, si se tienen en cuenta las bajas utilidades derivadas de su explotación.

#### Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario

En este sistema productivo, el área cubierta de bosque es de 77,32 ha, lo cual equivale al 61,19 % de la superficie predial total. Pese a esto, dicho ecosistema natural solo hace un moderado aporte al ingreso familiar (3,83 SMMV), es decir que participa con el 9,42 % de todos los recursos monetarios que son recibidos al mes como producto de realizar distintas actividades productivas, entre las que se destacan la agricultura de

pancoger y la ganadería para la producción de carne y leche (tabla 49).

**Tabla 49.** Sensibilidad a cambios en el ingreso agropecuario de agropecuario con venta de mano de obra familiar (AgpVmoF), estrato fisiográfico de tierra firme con intervención baja

VARIABLES	Ecosistema / Actividades	Estado actual	Estado no ideal
Usos del suelo		ha	ha
	Bosque	77,32	0,00
		SMM	SMM
Ingresos	Ganadería	16,07	12,70
	Agrícola	4,60	4,11
	Bosque	3,83	0,00

Fuente: Instituto Sinchi (2017).

Ante la probabilidad de que el área de bosque se deforeste toda, los que cuentan con la tenencia de la tierra pueden perder los moderados recursos que les ocasiona dicho ecosistema natural (3,82 SMMV), así como sufrir, por el daño causado al servicio ambiental de regulación del agua lluvia, una reducción del ingreso agrícola porque esta entrada monetaria se reduciría de 16,07 SMMV (12 554 559 pesos colombianos) a 12,70 SMMV (9 921 773 pesos colombianos), situación que en el marco del escenario “no ideal” presenta una caída del 21,0 % y el 10,7 %, respectivamente, cifra relativa que se estimó con el ejercicio de valoración económica del recurso agua para el Guaviare (tabla 49).

# Referencias

- Agreda, V. (1988). *Tipificación de productores mediante el análisis multivariado*. Lima: Junta de Acuerdo de Cartagena; Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial.
- Alcaldía de Cartagena del Chairá. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019*. Cartagena del Chairá: Alcaldía de Cartagena del Chairá.
- Altieri, M. y 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-Giraldo, M. y Camargo, C. (2007). Análisis de sostenibilidad en unidades productivas ganaderas del municipio de Circasia (Quindío, Colombia), Cuenca del río La Vieja. *Livestock Research for Rural Development*, 19(149).
- Baptiste B. y Franco L. (2009). *Revisión de las bases conceptuales de la Política Nacional de Biodiversidad (PNB)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Dirección de Ecosistemas.
- Bermúdez. (2007). *Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua*. Tesis Msc. En agricultura ecológica. CATIE.
- Betancurt, B., Rodríguez, C. y Garzón, M. (Eds.). (2015). *Línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el departamento de Caquetá*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Calderón, N. (2007). *Construyendo agenda 21 para el departamento del Caquetá*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Cárdenas, A. (2007). *Análisis de paisaje: cobertura vegetal y uso del suelo e indicadores biofísicos: tasas de cambio, representatividad y fragmentación en las microcuencas Ilangama y alumbre*. Quito: Ecociencia.
- Cárdenas, G. I., Gómez, H. y Vásquez, L. (2005). Desarrollo y validación de metodología para evaluar con indicadores la sostenibilidad de sistemas productivos campesinos de la Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia (Acoc). (Ponencia). Presentado en el Seminario Internacional «Enfoques y Perspectivas de la Enseñanza del Desarrollo Rural». Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Cerrada, S. P. (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. en Economía Agroalimentaria y del Medio Ambiente universitat politècnica de valència).
- Chancusig, E. (2010). *Desarrollo y validación de metodología para evaluar con indicadores la sostenibilidad de sistemas productivos agroecológicos campesinos*. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/indicadores-medir-propuesta-agroecologica/indicadores-medir-propuesta-agroecologica.pdf>

- Chancusig, E. (2010). Desarrollo y Validación de Metodología para Evaluar con Indicadores la Sostenibilidad de Sistemas Productivos Agroecológicos Campesinos.
- Corpoamazonia. (2008). *Agenda ambiental Departamento del 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). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Costa Rica.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Dane). (2014). *Censo ajustado 2014*. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/población-y-emografia/censos>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Dane). (2017). Cuentas Departamentales cd Producto Interno Bruto 2016. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B\\_2005/Bol\\_dptal\\_2016preliminar.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2005/Bol_dptal_2016preliminar.pdf)
- Duarte, N. (2005). Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. (Tesis de maestría en ciencias, agroforestería tropical). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Costa Rica.
- Durán, A. y 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*. (Tesis de ingeniería agrónoma). Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.
- Etter, A., McAlpine, C., Phinn, S., Pullar, D. y Possingham, H. (2006). Characterizing a tropical deforestation wave: the Caquetá colonization front in the Colombian Amazon. *Global Change Biology*, 12, 1409-1420.
- Falla, B. (2009). *Metodología para el análisis de la sostenibilidad de sistemas agrícolas de fincas ecológicas y convencionales en Costa Rica*. (Tesis Msc. en Manejo de Recursos Naturales con Mención en Gestión de la Biodiversidad). Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Costa Rica.
- Gobernación del Caquetá. (2012). *Plan de Desarrollo 2012-2015 Caquetá: gobierno de oportunidades*. Florencia, Colombia: Gobernación del Caquetá.
- Graybill, F. y Kneebone, W. (1959). Determining minimum populations for initial evaluation of breeding material. *Agronomy Journal*, 51, 4-6.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam). (2010). *Datos meteorológicos del departamento del Caquetá. Estaciones: Cartagena del Chairá, Puerto Rico, Santa Rosa del Caguán, Pto. Las brasas, La Mono, Valparaiso, San José del Fragua, Apto G. Artunduaga, Milán*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac). (1979). *La amazonia colombiana y sus recursos, proyecto radargramétrico del Amazonas*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Centro Interamericano de Fotointerpretación (Ciaf); Gobierno de los Paisajes Bajos (Ministerio de Relaciones Exteriores).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac). (1993). *Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá*. (Tomos I-II-III-IV). Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural e Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura. (2010). Determinación de las unidades agrícolas familiares (UAF) para el departamento del Caquetá. (Convenio especial de cooperación tecnológica 420 de 2009).
- Lammerts Van Bueren, F. y 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. y Barrera, V. (2003). *Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador*. (Boletín técnico n.º 95). Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Iniap), Estación Experimental Santa Catalina.
- Loaiza, C., Carvajal, E. y Ávila, D. (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 17(2), 161-179.
- Mainar, R., Cuesta, P., Méndez, I., Asensio, M., Domínguez, L. y Vásquez-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. y 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.
- Nieuwenhuyse, A. y Aguilar, A. (2010). *¿Cómo evaluar la condición de pasturas?: una guía para técnicos*. Matagalpa, Nicaragua: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie).
- Quiñones, A. y Picasso, V. (2008). *Indicadores agroecológicos de sostenibilidad para sistemas de producción a campo natural*. Uruguay: Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Animal y Pasturas.
- Ramírez, L., Alvarado, A., Pujol, R., McHugh, A. y 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 magíster en Ingeniería Administrativa. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Rodríguez, C., Betancurt, B., Murcia, U. y Garzón, M. (2015). Generalidades del departamento de Caquetá. En Betancurt, B., Rodríguez, C. y Garzón, M. (Eds.), *Línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el departamento de Caquetá* (Vol. 1, pp. 17-58). Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Santana, L., Beaulieu, N. y Rubiano, Y. (2004). Planificación en los Llanos colombianos con base en unidades de paisaje: El caso de Puerto López, Meta. *Geo Trópico*, 2(1), 21-33.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. y Negrete, E. (2006). Evaluación de la sostenibilidad 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 1: Sustainable Production and Consumption Patterns*. Final Report–SPSD II CP 28. Bruselas, Bélgica: Belgian Science Policy.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 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 Sinchi.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. (2011). *Zonificación ambiental y ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia, creada mediante la Ley 2 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: Instituto Sinchi, Grupo de Gestión de Información Ambiental y Zonificación del Territorio: Amazonia Colombiana (GIAZT).
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. (2014a). Bases de datos del laboratorio de sistemas de información geográfica.

- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. (2014b). *Caracterización y tipificación de los sistemas de producción en el área intervenida del departamento del Caquetá, Colombia*. Bogotá: Instituto Sinchi.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. (2017). *Proyecto Conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia. Informe técnico que contenga las salidas del procesamiento estadístico y el análisis requerido para la tipificación de los sistemas productivos del área de trabajo en Caquetá*. Bogotá: Intituto Sinchi.
- Suárez, J. (2014.). *Manejo de arreglos agroforestales de cacao en la Amazonia colombiana*. Florencia, Colombia: Universidad de la Amazonia.
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biielders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., García-Cidad, V., ... Peeters, A. (2007). SAFE-A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120 , 229-242.
- Villanueva, C., Sepúlveda, C. y 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).
- Villota, H. (1991). *Geomorfología aplicada a levantamientos Edafológicos y zonificación física de las tierras*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Docencia e Investigación.





ISBN: 978-958-5427-14-3



9 789585 427143