



Correo: [bac@corpoica.org.co](mailto:bac@corpoica.org.co)  
Teléfono: (57 1) 4 227300 ext. 1257 o 1274  
Skype: biblioteca.agropecuaria

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA**



[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

ISBN: 978-958-740-198-1



9 789587 401981

Diagnóstico socioeconómico y tecnológico de sistemas productivos agropecuarios de la altillanura colombiana



## Diagnóstico socioeconómico y tecnológico de sistemas productivos agropecuarios de la altillanura colombiana



# **Diagnóstico socioeconómico y tecnológico de sistemas productivos agropecuarios de la altillanura colombiana**

## **Línea de base año 2011-2012**

**Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray**  
MSc Economía, Corpoica  
CI Tibaitatá. Mosquera, Cundinamarca  
grodriguez@corpoica.org.co

**Roger Alonso Bautista Cubillos**  
MSc Territorio, Corpoica  
CI Nataima. Espinal, Tolima  
rbautista@corpoica.org.co

**Antonio Flavio Dias-Avila**  
PhD Economía rural

**Geraldo Stachetti-Rodrigues**  
PhD Ecología y biología evolutiva

**Camilo Espinosa Valencia**  
Esp. Gerencia de proyectos

Bogotá, Colombia 2015

Rodríguez Borray, Gonzalo; Bautista Cubillos, Roger; Dias-Avila, Flavio; Stachetti-Rodrigues, Geraldo y Espinosa, Camilo. / Diagnóstico socioeconómico y tecnológico de sistemas productivos agropecuarios de la altillanura colombiana: línea de base año 2011-2012. Bogotá (Colombia): Corpoica, 2015. 160 p.

**Palabras clave:**

Investigación agraria, Sostenibilidad, Rendimiento de cultivos, Tecnología apropiada, Orinoquía (Colombia)

Esta publicación es un resultado del proyecto: Indicadores de Línea Base de la Altillanura del Meta en 2012, en el marco del convenio Corpoica-CIAT financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y ejecutado en el año 2011-2012

**Corpoica**  
EDITORIAL



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica -  
Línea de atención al cliente: 018000121515  
atencionalcliente@corpoica.org.co

[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

ISBN: 978-958-740-198-1

Primera edición: Noviembre 2015

Tiraje: 1.250

Editora: Liliana Gaona García

Impreso por Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.

Impreso en Colombia

Printed in Colombia

**DISEÑO&DIAGRAMACIÓN**

Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas // **Corpoica**

La publicación puede ser reproducida parcialmente para fines no comerciales, siempre y cuando se cite la fuente.

# Contenido

<b>Presentación</b>	17
<b>Introducción</b>	19
<b>Capítulo I</b>	
<b>Caracterización regional</b>	21
Localización y características biofísicas	21
Ventajas actuales	23
Ventajas potenciales	24
Desventajas	24
Características socioeconómicas	25
Población regional	25
Áreas sembradas	26
Población indígena	26
Variación demográfica	28
Índice de ruralidad	32
Educación	33
Servicios públicos domiciliarios	35
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	36
Actividades económicas	38
El comercio	39
<b>Capítulo II</b>	
<b>Características actuales de los sistemas de producción</b>	40
Arroz	41
Maíz	42
Soya	44
Palma de aceite	46

Caña de azúcar	49
Sistemas agroenergéticos	50
Caucho	51
Forestales	52
Programa de Investigación en Semillas	53
Sistemas agroforestales	54
Sistemas silvopastoriles	55
Ganadería	55
Sistemas agropastoriles	58
Sistema agropastoril arroz-pastos	59
Sistema agropastoril maíz-pastos	59
Sistema agropastoril soya-pastos	60
Inventario bovino	61
Sacrificio bovino 2010-2011	62
Infraestructura pecuaria	63
<b>Capítulo III</b>	
<b>Evolución de los costos de producción y precios de los sistemas representativos</b>	<b>65</b>
Costos de producción	65
Ganadería	65
Ceba en sabana nativa	67
Ceba en pastos introducidos	68
Cultivos transitorios	70
Caucho	74
Caña de azúcar	77

Palma de aceite	79
Pino ( <i>Pinus caribaea</i> )	81
<b>Evolución de los precios</b>	<b>84</b>
Precios del ganado	85
Precio del caucho	86
Precio de palma para aceite crudo y almendra	86
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Caracterización de los productores y sus sistemas de producción</b>	<b>87</b>
Caracterización de los productores	87
Área de las fincas	87
Tenencia de la tierra	89
Toma de decisiones en el manejo de las fincas	89
Nivel académico de los productores	90
Género y vinculación de los trabajadores	90
Sistemas actuales de producción	91
Usos de la tierra	91
Tecnologías de producción	92
Principales problemas de la producción regional	93
Cultivos transitorios	93
Ganadería	94
Caucho	94
Palma de aceite	94
Caña de azúcar	95
Forestales	96

## **Capítulo V**

<b>Impactos ambientales y sociales de los actuales sistemas</b>	<b>97</b>
El método Ambitec-Agro	97
Aspectos generales del sistema	98
Factores de ponderación	99
Consideraciones finales	102
Impactos ambientales y socioeconómicos	103
Cultivos transitorios	103
Cultivo de caucho	109
Ganadería	114

## **Capítulo VI**

<b>Intervenciones de la investigación agropecuaria</b>	<b>119</b>
Corpoica	120
Investigación en arroz	120
Investigación en maíz	121
Investigación en soya	122
Investigación en caña	123
Investigación en caucho	123
Investigación forestal	124
Investigación en sistemas agroforestales	124
Investigación en sistemas agrosilvopastoriles	125
Investigación en sistemas de producción ganadera, pastos y forrajes	125
CIAT	126
Productos esperados del Convenio MADR-Corpoica-CIAT	127

Estrategias ecoeficientes para los sistemas productivos de la altillanura plana del departamento del Meta: Escenario para el manejo ecoeficiente del territorio	128
Sistemas agrícolas: red de transitorios	129
Sistemas agrícolas: red de permanentes	131
Sistemas agrícolas: red de ganadería	132
Vinculación tecnológica	135
<b>Conclusiones, impactos y recomendaciones</b>	<b>136</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>137</b>
Localización y características biofísicas de la altillanura plana	137
Área de las fincas	137
Tenencia de los predios	138
Toma de decisiones en el manejo de los predios	138
Nivel académico de los productores	138
Género y vinculación de los trabajadores	138
Uso de la tierra	139
Tecnologías de producción de los principales sistemas agropecuarios	139
Capacitación	142
Rendimientos, costos de producción y precios	142
<b>Impactos sociales y ambientales de los actuales sistemas de producción</b>	<b>144</b>
Impacto de cultivos transitorios	145
Impacto del cultivo de caucho	145
Impacto de la ganadería	146
<b>Recomendaciones</b>	<b>146</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>148</b>
<b>Anexos</b>	<b>153</b>

# Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Mapa de la altillanura plana	21
<b>Figura 2</b>	Población por área, municipio de Puerto López.	28
<b>Figura 3</b>	Estructura de la población por sexo y grupos de edad, Puerto López 2010.	29
<b>Figura 4</b>	Población por área, municipio de Puerto Gaitán	30
<b>Figura 5</b>	Estructura de la población por sexo y grupos de edad, Puerto Gaitán 2010	31
<b>Figura 6</b>	Índice de ruralidad Puerto López y Puerto Gaitán del año 2000 a 2011	32
<b>Figura 7</b>	Tasa de analfabetismo municipio de Puerto López	33
<b>Figura 8</b>	Tasa de analfabetismo municipio de Puerto Gaitán	34
<b>Figura 9</b>	Servicios públicos en la vivienda	35
<b>Figura 10</b>	Indicador de NBI % en los municipios de Puerto Gaitán y Puerto López. Censo DANE 2005	36
<b>Figura 11</b>	Indicador de NBI %	37
<b>Figura 12</b>	Áreas sembradas en arroz de secano en hectáreas en el departamento del Meta	41
<b>Figura 13</b>	Municipios con mayor área sembrada (ha) en maíz tecnificado en el departamento del Meta. Año 2011	43
<b>Figura 14</b>	Municipios con mayor área sembrada (ha) en soya en el departamento del Meta. Año 2011	45
<b>Figura 15</b>	Municipios con mayor área sembrada (ha) en palma de aceite en el departamento del Meta. Año 2011	48
<b>Figura 16</b>	Municipios con mayor área sembrada (ha) en caucho en el departamento del Meta. Año 2011	51
<b>Figura 17</b>	Principales municipios del departamento del Meta con población bovina. Año 2011	60

<b>Figura 18</b>	Evolución de precios de soya, maíz y arroz en Villavicencio 2008-2012	<b>85</b>
<b>Figura 19</b>	Evolución de los precios de ganado gordo en Villavicencio, Frigoriente	<b>85</b>
<b>Figura 20</b>	Distribución de los predios de la altillanura del Meta por tamaño	<b>88</b>
<b>Figura 21</b>	Tenencia de la tierra	<b>89</b>
<b>Figura 22</b>	Responsable de la toma de decisiones de manejo de sistemas	<b>89</b>
<b>Figura 23</b>	Nivel académico de los productores	<b>90</b>
<b>Figura 24</b>	Género y contratación de los trabajadores agrícolas en la altillanura del Meta	<b>91</b>
<b>Figura 25</b>	Presencia de cultivos en fincas de la altillanura del Meta, durante el segundo semestre de 2012	<b>92</b>
<b>Figura 26</b>	Dimensiones, criterios e indicadores involucrados en las evaluaciones del Sistema Ambitec-Agro	<b>100</b>
<b>Figura 27</b>	Índices de impactos ambientales de los cultivos transitorios	<b>106</b>
<b>Figura 28</b>	Índices de impactos socioeconómicos de los cultivos transitorios	<b>107</b>
<b>Figura 29</b>	Índices de impactos en la gestión de los cultivos transitorios	<b>108</b>
<b>Figura 30</b>	Índices de impactos ambientales del cultivo de caucho	<b>112</b>
<b>Figura 31</b>	Índices de impactos socioeconómicos del cultivo de caucho	<b>113</b>
<b>Figura 32</b>	Índices de impactos en la gestión del cultivo de caucho	<b>114</b>
<b>Figura 33</b>	Índices de impactos ambientales de la ganadería	<b>115</b>
<b>Figura 34</b>	Índices de impactos socioeconómicos de la ganadería	<b>118</b>
<b>Figura 35</b>	Índices de impactos en la gestión en la ganadería	<b>118</b>

# Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Población presente en la altillanura plana y disecada. Proyecciones 2011	<b>25</b>
<b>Tabla 2</b>	Variación del área sembrada en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011	<b>42</b>
<b>Tabla 3</b>	Variación del área sembrada (ha) en maíz. Municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011	<b>43</b>
<b>Tabla 4</b>	Variación del área sembrada en soya en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011	<b>46</b>
<b>Tabla 5</b>	Áreas con palma de aceite en el mundo, 2005-2009 (miles de hectáreas)	<b>47</b>
<b>Tabla 6</b>	Variación del área sembrada en palma de aceite en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán. 2010-2011	<b>48</b>
<b>Tabla 7</b>	Variación del área sembrada en caucho en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011	<b>52</b>
<b>Tabla 8</b>	Indicadores técnicos pecuarios en los sistemas de producción bovino carne-cría en la altillanura	<b>57</b>
<b>Tabla 9</b>	Inventario bovino para el departamento del Meta en la altillanura plana. Año 2010	<b>61</b>
<b>Tabla 10</b>	Inventario bovino para el departamento del Meta en la altillanura plana. Año 2011	<b>61</b>
<b>Tabla 11</b>	Sacrificio bovino en el municipio de Villavicencio en comparación con municipios de la altillanura plana. Año 2010	<b>62</b>
<b>Tabla 12</b>	Sacrificio bovino en el municipio de Villavicencio en comparación con municipios de la altillanura plana. Año 2011	<b>62</b>

<b>Tabla 13</b>	Infraestructura pecuaria en los municipios de la altillanura plana. Año 2010	<b>63</b>
<b>Tabla 14</b>	Infraestructura pecuaria en los municipios de la altillanura plana. Año 2011	<b>64</b>
<b>Tabla 15</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción de 2012 para ganadería en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>66</b>
<b>Tabla 16</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción por hectárea en 2012, para soya en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>70</b>
<b>Tabla 17</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción de 2012 por hectárea, para arroz en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>72</b>
<b>Tabla 18</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción por hectárea, en 2012, para maíz en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>73</b>
<b>Tabla 19</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción del caucho por hectárea, establecimiento y mantenimiento para caucho en la zona de la altillanura plana, 2012	<b>75</b>
<b>Tabla 20</b>	Rendimientos por hectárea en 2012 para caucho en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>77</b>
<b>Tabla 21</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción de la caña de azúcar por hectárea, establecimiento y mantenimiento en la zona de estudio de la altillanura plana. 2012	<b>78</b>
<b>Tabla 22</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción de la palma de aceite, por hectárea, establecimiento y mantenimiento en la zona de estudio de la altillanura plana. 2012	<b>80</b>

<b>Tabla 23</b>	Rendimientos por hectárea en 2012 para palma en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>81</b>
<b>Tabla 24</b>	Distribución porcentual de los costos totales de producción por hectárea, establecimiento y mantenimiento en 2012, para pino en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>82</b>
<b>Tabla 25</b>	Rendimiento y precios aproximados para pino en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta	<b>83</b>
<b>Tabla 26</b>	Valores actualizados para establecimiento y mantenimiento del cultivo de pino	<b>83</b>
<b>Tabla 27</b>	Comportamiento de precios de soya, maíz y arroz en Villavicencio. 2008-2012	<b>84</b>
<b>Tabla 28</b>	Precios de ganado gordo en Villavicencio, Frigoriente	<b>85</b>
<b>Tabla 29</b>	Precio de referencia nacional, para caucho en 2012	<b>86</b>
<b>Tabla 30</b>	Precio de referencia nacional de aceite y almendra de palma, primer semestre 2013	<b>86</b>
<b>Tabla 31</b>	Área encuestada y tamaño promedio de los predios encuestados en la altillanura	<b>88</b>
<b>Tabla 32</b>	Impacto de la actividad rural y coeficiente de cambio a ser incluido en las celdas de las matrices de evaluación de desempeño de la actividad	<b>99</b>
<b>Tabla 33</b>	Factor de ponderación multiplicativo, relativo a la escala de ocurrencia del impacto sobre el componente de desempeño de la actividad	<b>100</b>

<b>Tabla 34</b>	Encuestas por sistemas de producción y nivel de responsabilidad	<b>103</b>
<b>Tabla 35</b>	Índices actuales de impacto, por criterio ambiental y socio-económico y por encuestado, de los cultivos transitorios en la altillanura	<b>104</b>
<b>Tabla 36</b>	Índices actuales de impacto, por criterio ambiental y socio-económico y por encuestado, del cultivo de caucho en la altillanura.	<b>110</b>
<b>Tabla 37</b>	Índices actuales de impacto, por criterio ambiental y socio-económico y por encuestado, de la ganadería en la altillanura	<b>116</b>
<b>Tabla 38</b>	Variedades de soya evaluadas y liberadas	<b>122</b>



## Agradecimientos

El equipo de investigadores desea expresar su agradecimiento a todos los que apoyaron la elaboración de este documento, tanto en Corpoica como en CIAT; en especial, expresar un reconocimiento póstumo a la memoria del doctor Jaime Triana Restrepo (q. e. p. d.), impulsor incansable de los procesos de desarrollo de la altillanura colombiana.

Igualmente, a los ingenieros Edgar Bolaños y Mauricio Torres quienes fueron los responsables de recolectar los datos en las fincas, así como por su apoyo en la convocatoria de productores, gerentes y expertos que participaron en los paneles sobre los principales sistemas de producción de la altillanura. El equipo agradece también al ingeniero Ricardo Espinosa por su valiosa contribución y el conocimiento aportado en la ejecución del proyecto, por su disposición a participar en las actividades programadas. Además, a los investigadores del CI La Libertad, Albert Gutiérrez, Alfonso Martínez, Óscar Pardo, Guillermo Bueno, Otoniel Pérez, Julio Jairo Becerra, Ricardo Botero, Enrique Prieto y Jaime Bernal, por su aporte al conocimiento de la región de estudio, de los sistemas de producción y de las tecnologías investigadas. Es necesario decir que este trabajo investigativo no hubiera sido posible sin el decidido apoyo del doctor Cesar Jaramillo, en su momento coordinador de transferencia de tecnología en el Centro de Investigación La Libertad, y la contribución de los productores y administradores de las fincas de la región, quienes con paciencia atendieron nuestra solicitud para entrevistarlos y aplicar las encuestas de campo.

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural se reconoce el apoyo y la financiación ofrecida para la ejecución de este proyecto, a CIAT y Corpoica como entidades ejecutoras y a Embrapa por su acertado apoyo en la adaptación y aplicación de la metodología Ambitec-Agro de evaluación socioambiental. A todos ellos, muchas gracias.

**El equipo técnico**

## Presentación

En el año 2011 se suscribió un convenio tripartito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Regional (MADR), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con el objetivo de “Desarrollar y validar tecnologías para el mejoramiento de la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios de la altillanura plana de la Orinoquía colombiana”, que busca aprovechar las fortalezas de cada institución en las diferentes áreas del conocimiento, concentrándolas en intereses comunes para el desarrollo integral del sector agropecuario regional.

El convenio previó acciones para la generación de conocimientos, desarrollo y vinculación tecnológica para un periodo de cuatro años (2011-2014), con resultados o productos entregables para cada año, lo que incluye la implantación de ensayos experimentales en fincas de productores. En este contexto, es importante destacar también que se cuenta con un completo programa de difusión de los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación regional, para agilizar la generación de resultados (tasas o evidencias de adopción de productos del convenio) y sus impactos.

Este documento presenta un diagnóstico de la altillanura que sirve como línea de base para la ejecución de un sistema monitoreo de resultados y de evaluación de impacto durante el período de ejecución del convenio, y, sobre todo, que al final del mismo se puedan medir los logros en cuanto al objetivo planteado.

Dicho sistema de monitoreo y evaluación de resultados e impactos del convenio será desarrollado tomando como referencia este diagnóstico socioeconómico y tecnológico de la región y de sus



sistemas de producción. Esta línea de base permite conocer la realidad regional y las principales características de los actuales sistemas de producción, las tasas de adopción de las principales innovaciones tecnológicas introducidas en la región en los últimos años, así como medir un conjunto de indicadores técnicos, económicos, sociales y ambientales vinculados a estos sistemas.

La línea de base se construye a partir de datos secundarios y de una encuesta directa a productores de la región, situados, en su mayoría, en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán, departamento del Meta. La muestra fue de 120 productores y cubre cerca del 58% del área actualmente en uso agrícola, ganadero y forestal y más de dos tercios de los productores.

Además de las encuestas a productores, la línea de base recolectó información directa a partir de talleres con expertos, productores e investigadores de la región, que fueron organizados para complementar la caracterización de los sistemas de producción y los datos sobre costos de producción, tasas de adopción tecnológica y niveles de impacto en términos sociales y ambientales.

Dada la preocupación en cuanto a los impactos ambientales de los cambios en los sistemas de producción que están ocurriendo en la región, la línea de base incluye la medición de los principales indicadores ambientales (agua, suelo, etc.) y sociales de las fincas de la altillanura. Este diagnóstico socioambiental de las fincas fue elaborado con base en la información obtenida de la aplicación del método Ambitec desarrollado y usado por Embrapa en Brasil. El creador de dicho método trabajó con los equipos de Corpoica y CIAT en la caracterización de estos indicadores sociales y ambientales.

## Introducción

De acuerdo con la información reportada por el Departamento Nacional de Planeación en 2014, Colombia cuenta en su territorio con 5,3 millones de hectáreas cultivadas, frente a un potencial estimado de 21,8 millones de hectáreas con vocación para uso agrícola. De este potencial total, 5,5%, es decir 1,2 millones de hectáreas, se encuentran en la altillanura de la Orinoquía y, de estas, solo 80.167 (menos del 3%) se encuentran cultivadas hoy día. El total del área con potencial de aprovechamiento agrícola, pecuario y forestal de la altillanura se estima en 2,8 millones de hectáreas, basado en los cálculos más recientes del Departamento Nacional de Planeación (DNP)-Dirección de Desarrollo Rural Sostenible (DDRS), elaborados a partir de información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia (IAvH) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) (Colombia 2014).

La anterior situación muestra claramente la gran potencialidad de integración de la región de la altillanura a los sistemas de producción agropecuarios del país, motivo por el cual el Estado colombiano, a través del Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes), ha formulado recientemente la “Política para el desarrollo integral de la Orinoquía: Altillanura Fase I”, cuyo propósito fundamental es crear las condiciones sociales y económicas para un desarrollo incluyente y sostenible de la altillanura, basado en la construcción de un modelo de región a partir de: 1) Equipar a la región de infraestructura y servicios sociales para el desarrollo. 2) Ordenar el territorio de una manera armónica y acorde a la vocación de la región. 3) Generar condiciones que incentiven la inversión para aprovechar el potencial agropecuario y agroindustrial de la región. 4) Ampliar las capacidades institucionales para la gestión del desarrollo regional (Colombia 2014).

Sin embargo, uno de los mayores retos de esta política es poder garantizar que la introducción de estos sistemas agropecuarios permita producir en condiciones



competitivas y rentables, pero sin afectar la sostenibilidad ambiental de la región y propiciar la inclusión y participación de diferentes actores sociales y étnicos dentro de sus beneficiarios. Desde el punto de vista tecnológico, se debe aumentar la capa arable, corregir la acidez de los suelos y, en últimas, mejorar la fertilidad de estos y hacerlos aptos para cultivos con buenos niveles de productividad. De igual manera, la introducción de agricultura de gran escala, normalmente hace un uso intensivo de los recursos productivos, pero se debe buscar que se mantengan áreas de protección de las corrientes de agua y el mantenimiento de zonas de conservación de la flora y la fauna silvestre. Desde el punto de vista social, se debe buscar la asociación de pequeños y medianos productores para lograr escalas económicas que les permita competir en el mercado, pero también se debe garantizar el mantenimiento de las etnias que habitan la región, y respetar su cultura y sus reservas territoriales.

Para contribuir al desarrollo de la altillanura, el convenio de cooperación técnica y científica entre el MADR, Corpoica y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) busca ofrecer nuevas opciones tecnológicas para los sistemas agropecuarios de rotación de cultivos transitorios (soya, maíz y arroz, principalmente) y de pastos mejorados para la producción ganadera; además, trabaja en el diseño y manejo de sistemas agroforestales para el aprovechamiento sostenible del suelo con especies de carácter permanente, como el caucho y los forestales maderables. Así mismo, con la participación del sector privado, ha habido una introducción creciente de áreas sembradas en palma de aceite para la producción de biodiesel y de caña de azúcar para la producción de bioetanol, lo que hace de estas dos agroindustrias un complemento a los importantes emprendimientos energéticos de la industria petrolera y de gas con que cuenta la región.

El presente estudio tiene por objetivo levantar la información más relevante de aspectos socioeconómicos, técnicos y productivos de los sistemas agropecuarios presentes en la región, con miras a servir de base para establecer el impacto de la intervención del convenio de cooperación MADR-Corpoica-CIAT luego de su ejecución.

## Capítulo I

# Caracterización regional

En este capítulo se presenta una breve descripción de la localización de la zona de estudio y de sus principales características biofísicas y socioeconómicas.

### Localización y características biofísicas

Se conoce como altillanura aquellas tierras que se ubican a la margen derecha del río Meta hasta los límites con los ríos Guaviare y Orinoco, con alto grado de escorrentía y, por lo mismo, frágil a la erosión hídrica. Posee tres unidades fisiográficas: plana, ondulada y serranía (figura 1).

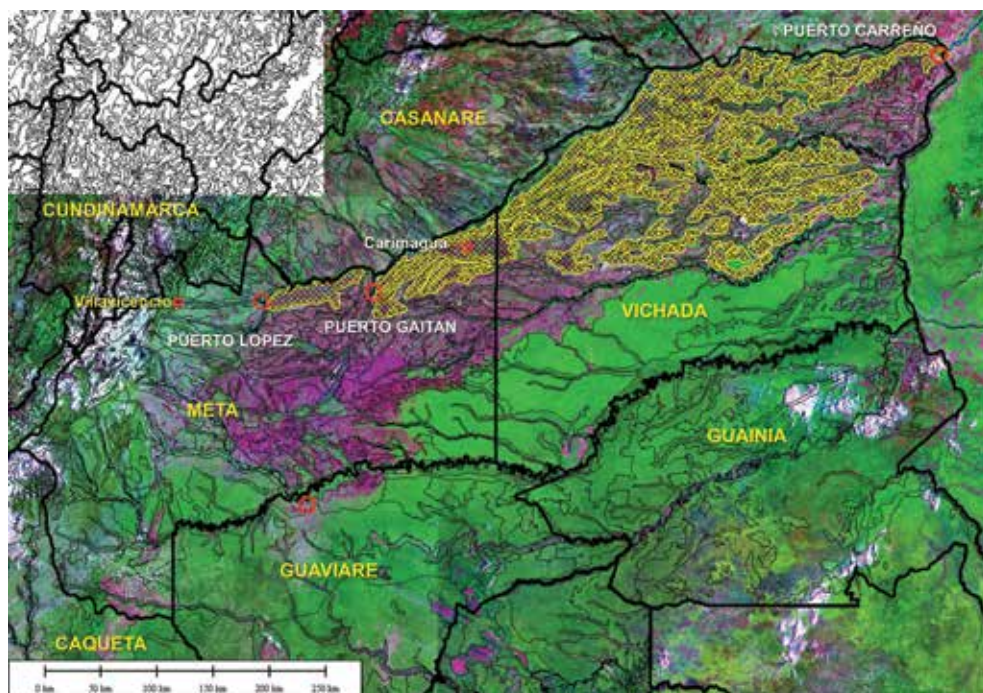


Figura 1. Mapa de la altillanura plana.

Fuente: Mapa de las unidades fisiográficas. Tomada y modificada del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)



Cuenta con una extensión aproximada de 9.823.000 hectáreas, de las cuales la parte plana se caracteriza por el uso del suelo en ganadería bovina extensiva extractiva y tecnologías disponibles para el desarrollo agropecuario (maíz, soya, arroz, pastos, forestales) con conceptos de manejo integrado y cuyo objetivo primario es la formación de un horizonte de suelo cultivable. La parte ondulada y la serranía se identifican por tener suelos poco aptos para mecanización debido a su topografía y composición mineral; sin embargo, la proporción entre “altos y bajos” es equilibrada y útil para la producción ganadera silvopastoril. La serranía constituye un sistema de colinas, con abundancia de caños, bosques de galería y morichales (palma moriche) (Espinosa 2010a).

Estos suelos se han desarrollado a partir de materiales sedimentarios, en su gran mayoría son suelos profundos (oxisoles), bien drenados, de fertilidad muy baja y de alta saturación de aluminio. Su pH oscila entre 4,0 a 4,5 con contenidos muy bajos de materia orgánica (1,5 a 2,0 %), niveles de fósforo intercambiable (1-2 ppm) y de contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K), las cuales son inferiores a 1,0 cmol kg<sup>-1</sup> y saturaciones de aluminio intercambiable entre un 60 % y 90 %. Su topografía plana y sus grandes extensiones permiten una fácil mecanización (Espinosa 2010a).

La precipitación en la altillanura plana es inferior a la encontrada en el piedemonte llanero con valores que oscilan entre 1.500 mm/año y 2.500 mm/año con una distribución de mediados de abril a mediados de noviembre (ocho meses) lo cual hace necesario un buen ajuste en las épocas de siembra para obtener dos periodos de cosecha al año en los cultivos anuales o transitorios (Espinosa 2010a).

La altillanura plana ha estado tradicionalmente dedicada a la ganadería extensiva bajo sabanas nativas y, más recientemente, en pasturas mejoradas para la producción de carne. La ampliación de la frontera agrícola en esta región ha estado limitada en el pasado por la baja disponibilidad de las tecnologías para el manejo de los suelos que sean sostenibles y permitan incorporar grandes áreas a la producción de cultivos de importancia económica para el país (Corporación... 2010).

En Meta, los municipios que se ubican en el paisaje de altillanura son: Puerto López, Puerto Gaitán, Mapiripán y San Martín de los Llanos; sus suelos se caracterizan por una baja fertilidad, altos niveles de saturación de aluminio, entre otras limitantes que afectan el desarrollo de la agricultura. En el departamento de Vichada, pertenecen a esta zona los municipios de La Primavera,

Santa Rosalía, Cumaribo y Puerto Carreño. Posee suelos clase V, correspondiente a la altillanura cóncava de diques y orillares, son pobres con buen drenaje y su utilización es la explotación en ganadería de carne (Corporación... 2011a).

La altillanura plana dispone de un acervo científico importante de instituciones de investigación como el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), CIAT y Corpoica, que con el apoyo de entidades como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt), la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa), entre otras, han desarrollado tecnologías e introducido materiales genéticos que han permitido iniciar un desarrollo agrícola que busca ampliar esta frontera, con el fin de producir materias primas para la industria de alimentos balanceados para animales, como también caucho natural para el consumo interno, maderables para la oferta nacional, aceite crudo de palma, al igual que carne para la alimentación del centro del país y materias primas para la elaboración de biocombustibles, que permitan oxigenar la gasolina y el aceite para motores, usados en el trabajo diario del país (Gobernación... 2010).

## Ventajas actuales

- 4,2 millones de hectáreas de suelos profundos con alto potencial productivo, una vez corregidas sus limitaciones
- Topografía plana fácilmente mecanizable
- Cuenta con recursos hídricos importantes
- Una base tecnológica generada para diversos sistemas de producción
- Cercanía a centros de consumo
- Decidido interés del gobierno en impulsar su desarrollo
- Gran interés del sector agroindustrial para su aprovechamiento
- La región permite mejorar la seguridad alimentaria y el abastecimiento de materias primas para la industria
- Capacidad para la producción de biocombustibles
- Sustitución de importaciones agrícolas
- Fortalecimiento geopolítico en la frontera con Venezuela
- Alta biodiversidad (Corporación... 2011a).



## Ventajas potenciales

- Ecosistemas con alto potencial productivo para ampliación de la frontera agrícola
- Región apta para el desarrollo de ganadería tecnificada de carne
- Zona apta para el desarrollo de empresas forestales y explotaciones caucheras
- Navegabilidad del río Meta para mercados internacionales
- Amplias posibilidades de transformación con visión de *clúster*
- Programas de electrificación rural
- Decisión gubernamental de mejorar la vía Puerto Gaitán-Puerto Carreño e incremento de inversión en vías secundarias y terciarias (Corporación... 2011a).

## Desventajas

- Déficit hídrico durante la época seca, cuatro meses en el año (diciembre a marzo)
- Suelos ácidos de baja fertilidad natural, susceptibles a la compactación y de alta fragilidad a manejos intensivos
- Baja densidad poblacional
- Baja disponibilidad de mano de obra
- Alta inversión inicial para la implementación de sistemas productivos
- Infraestructura vial y de servicios deficiente
- Deficiente presencia del Estado
- Falta de organizaciones efectivas, equitativas y que compartan intereses comunes
- Altos costos de producción y transporte, y maquinaria agrícola deficiente
- Baja disponibilidad y distribución equitativa de incentivos para la región (Corporación... 2011a)



## Características socioeconómicas

Los principales aspectos sociales y económicos regionales que caracterizan la región son los siguientes.

### Población regional

Según estimaciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para el año 2011, la altillanura contaba con 130.597 habitantes, de los cuales el 63,7% se ubicaba en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán en el Meta y Cumaribo en Vichada (tabla 1).

Tabla 1. Población presente en la altillanura plana y disecada. Proyecciones 2011

Municipios	Población total (2011) proyección (DANE)	Población %	Población indígena en resguardos (2011)	Extensión territorial km <sup>2</sup> (IGAC)	Extensión territorial %
Cumaribo	33.480	25,6	27.097	65.674	48,3
Puerto López	31.647	24,2	856	6.239	4,6
Puerto Gaitán	18.089	13,9	8.790	17.536	12,9
Mapiripán	15.579	11,9	714	11.938	8,8
Puerto Carreño	14.767	11,3	650	12.409	9,1
La Primavera	13.301	10,2	2.007	20.141	14,8
Santa Rosalía	3.734	2,9	309	2.018	1,5
Total altillanura	130.597	100,0	40.423	135.955	100,0

Fuente: Departamento 2011a. La medición del PND incide en cada uno de los municipios (Índice de desempeño integral, 2009, DNP; índice desarrollo endógeno)

La altillanura representa el 0,3% de la población nacional y el 4% de la población indígena del país. En extensión, la región equivale al 12% del área nacional. Los municipios con mayor extensión son, en su orden: Cumaribo y La Primavera, en Vichada; mientras que en Meta, los más representativos son Mapiripán, Puerto López y Puerto Gaitán. En lo que se refiere a producción agropecuaria, se desatan estos dos últimos, los cuales constituyen los municipios objeto del presente estudio.



## Áreas sembradas

El municipio de Puerto López cuenta con 6.298 km<sup>2</sup> con una altura media de 184 msnm, y un promedio de 30° centígrados de temperatura. El área sembrada de cultivos semestrales o transitorios para el año 2011, entre el semestre A y B, fue de 33.011 hectáreas, donde el arroz seco es el cultivo más representativo con 14.785, seguido de la soya con 6.738; en cultivos permanentes, el área sembrada fue de 19.738 hectáreas, donde el cultivo de caucho fue el más importante con 9.082, seguido de forestales maderables con 4.930 y la palma de aceite con 3.050 (Gobernación... 2011).

La extensión de Puerto Gaitán es de 17.430 km<sup>2</sup>, con una altura media de 149 msnm y una temperatura de 30° centígrados. El área sembrada total fue de 43.002 hectáreas, distribuidas en 21.609 de cultivos semestrales o transitorios, frente a 21.393 de cultivos permanentes. Dieciocho mil hectáreas están plantadas con palma de aceite, lo que lo convierte en el cultivo más importante del municipio.

## Población indígena

La población indígena de la altillanura equivale al 30 % de la población total, su gran asentamiento se origina en el municipio de Cumaribo (Vichada) donde algo más del 50 % del área pertenece a resguardos indígenas (Departamento Nacional de Planeación 2011). Es de gran importancia el conocimiento y el análisis de los cambios de los patrones culturales de estas sociedades y la recuperación de las que todavía persisten en el departamento del Meta, ya que aún se identifican como etnias y no niegan su cultura. Sin embargo, es importante llamar la atención sobre los actuales procesos de desestabilización que está sufriendo dicha cultura, debido a los desplazamientos forzosos de la población, la cual se ve abocada a nuevas adaptaciones culturales, ya sea en áreas urbanas o en otras regiones.

- **Comunidad Sikuni.** Proceden de los grupos Arawak y son el grupo más numeroso de la Orinoquía. Actualmente, sufren un fuerte proceso de aculturación debido al permanente acercamiento con los colonos y a la

evangelización. En Puerto Gaitán se tienen ocho de los diez resguardos del departamento pertenecientes a esta etnia. Forman comunidades como núcleos territoriales y a la vez políticos. En cada resguardo hay varias comunidades que mantienen su independencia territorial y política. Se localizan generalmente cerca de los ríos para pescar y en las partes altas de las matas de monte para evitar las inundaciones, facilitar el cultivo, la horticultura, la cacería y la recolección.

- **Comunidad Piapoco.** De origen Arawak, han sido habitantes de la Orinoquía desde tiempos inmemorables. Los cronistas mencionan que eran cazadores, pescadores y recolectores, conocían muy bien el Llano. Se ubican actualmente en el municipio de Puerto Gaitán. Mantienen una estrecha relación con el medio circundante que les proporciona los elementos de subsistencia suficientes, realizan actividades extractivas que tienen relación con el bosque y los ríos, de esta manera mantienen el equilibrio del medio con prácticas y tecnologías sostenibles (Herrera 2009).

Es necesario señalar que, si bien el desarrollo económico de los municipios de la altillanura plana se ha generado por las exploraciones petroleras, los nuevos desarrollos agroindustriales, pecuarios y forestales y la culminación de la vía Puerto López-Puerto Gaitán, han causado una oleada de migraciones de todo el país hacia Puerto Gaitán, principalmente, lo cual incluye desplazados, desempleados, desmovilizados, en busca de trabajo y oportunidades de una vida mejor (Herrera 2009).

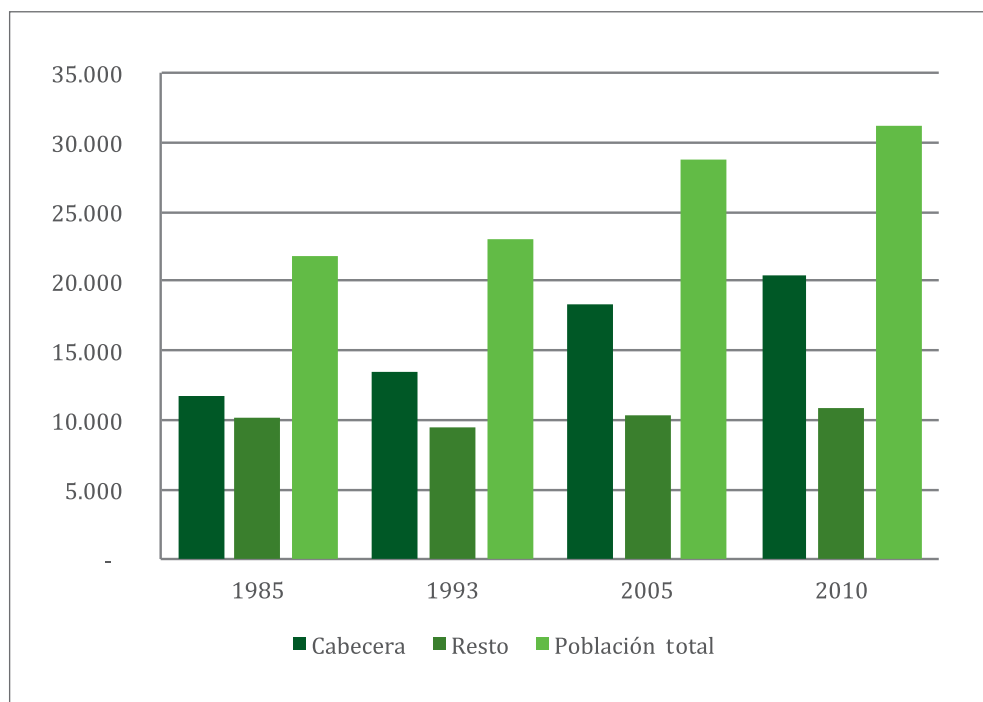
Esta dinámica ha generado alta demanda por los servicios sociales a cargo del municipio, que se refleja en mayor presión sobre la vivienda, salud, educación, recreación y servicios públicos hacia la administración municipal, que debe entrar a satisfacer una demanda cada vez mayor de estos requerimientos de la población. Por otra parte, el boom petrolero ha elevado el costo de vida en los municipios y desestimulado a los pobladores de la zona para que ingresen a trabajar a las empresas agroindustriales porque la remuneración es más baja que en el sector petrolero, razón por la cual estas empresas se han visto obligadas a importar trabajadores de otras zonas, además de que la mano de obra que ellos requieren debe estar capacitada en labores culturales propias de sus procesos agroindustriales y los pobladores del municipio de Puerto Gaitán no tienen aún los conocimientos.



## Variación demográfica

En Puerto López, de acuerdo con los resultados de los censos realizados por el DANE en los años 1985, 1993 y 2005, se observan incrementos de la población en el municipio, pasando de 21.786 a 22.983 y 28.970 habitantes, respectivamente, con una tasa de crecimiento del 32,2% del primer al último año de realizados los censos (figura 2).

Según el comportamiento de la población por área, en el periodo comprendido entre 1985 y 1993, la cabecera municipal tuvo un aumento de población del 14,9%, al pasar de 11.694 a 13.436 habitantes; en el periodo 1993–2005, el aumento fue del 36,9%, para un total de 18.395 habitantes en 2005. En el área rural, se presentó una disminución de la población del 5,4% en el periodo 1985-1993, cuya cifra pasó de 10.092 a 9.547 habitantes; sin embargo, para el periodo 1993-2005 se incrementó en 8,9%, al pasar a 10.395 habitantes. Teniendo en cuenta estos resultados, la tendencia indica una mayor concentración de la población hacia el área urbana, mientras en el área rural permanece estable.

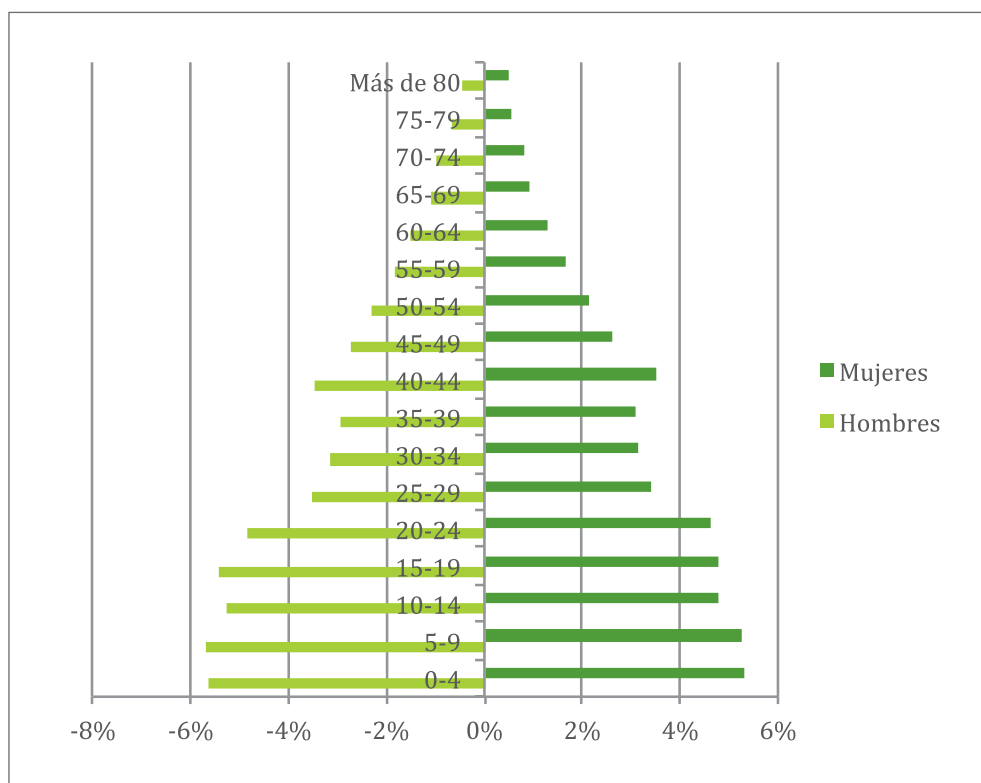


**Figura 2.** Población por área, municipio de Puerto López.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005

El municipio tiene una población proyectada para el año 2010 de 31.183 habitantes, de los cuales el 66%, que corresponde a 20.368, se encuentran ubicados en el área conocida como cabecera municipal y 34%, 10.815 habitantes, en el área rural. De acuerdo a la composición por género, el 51,5% de la población está compuesta por hombres y el 48,5% por mujeres; la proporción de hombres es un poco mayor teniendo en cuenta la dinámica económica del municipio con el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas en las que se demanda mano de obra masculina (Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005).

Según la distribución de la población por grupos de edad, el municipio de Puerto López tiene la base de la pirámide amplia (figura 3), es decir, que la población es joven; en el año 2010, solo 6% de los habitantes, 1.867 personas, eran adultos mayores de 65 años y más. El 39% de la población, 12.161 habitantes, está compuesta por adultos jóvenes, de 15 a 39 años. La mayor parte de la población se encuentra en edad económicamente activa.



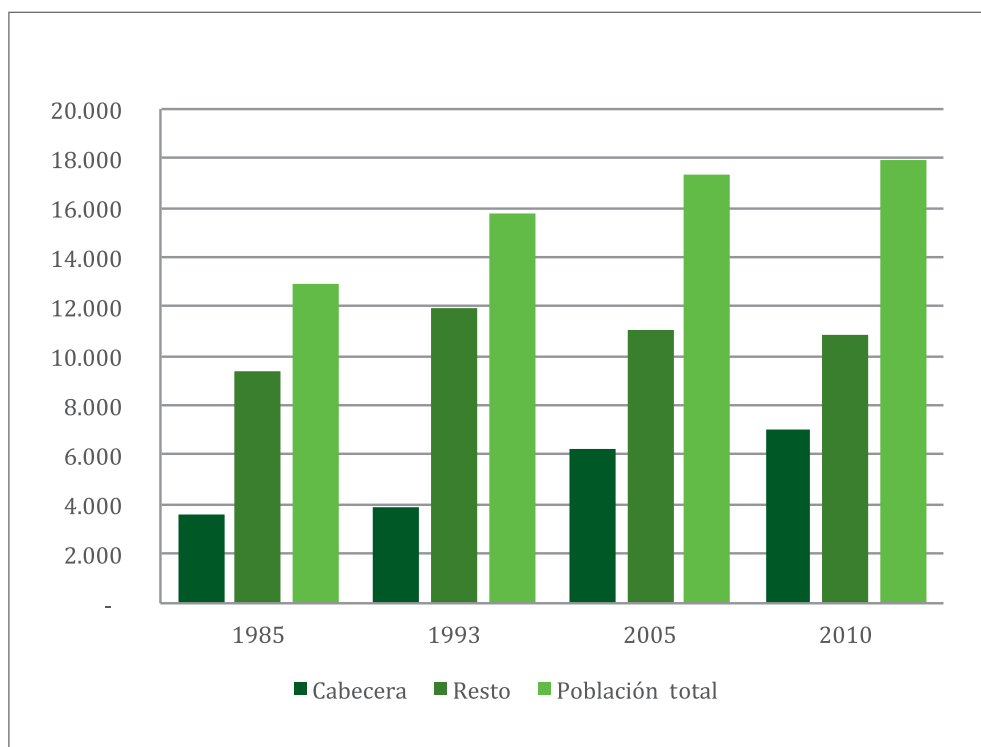
**Figura 3.** Estructura de la población por sexo y grupos de edad, Puerto López, 2010.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas 2005



Según las cifras del censo realizado por el DANE (2005), el municipio de Puerto Gaitán ha presentado un incremento de la población del 22,1 % desde el año 1985 a 1993 y de 9,3 % para 2005, es decir, pasó de 12.954 a 15.823 y 17.306 habitantes, respectivamente.

De acuerdo con la distribución de la población en Puerto Gaitán (figura 4), en la cabecera municipal, durante el periodo 1985-1993, la población aumentó en 9,8 % para un total de 3.895 habitantes a 1993; en el siguiente periodo (1993-2005), el incremento fue del 60 %, pasando a 6.232 habitantes. Durante este mismo periodo (1985-1993), el aumento de la población en el área rural fue del 26,8 %, al pasar a 11.928 habitantes; sin embargo, para el periodo 1993-2005 hubo una disminución del 7,2 %, reportándose 11.074 habitantes, explicado, en parte, por factores de orden público que llevó a migraciones. Al respecto, Acción Social (Federación Colombiana de Municipios 2008) estableció que, entre los años 1999 y 2008, 2.634 personas, que corresponden a 672 hogares, abandonaron el municipio por esta razón.

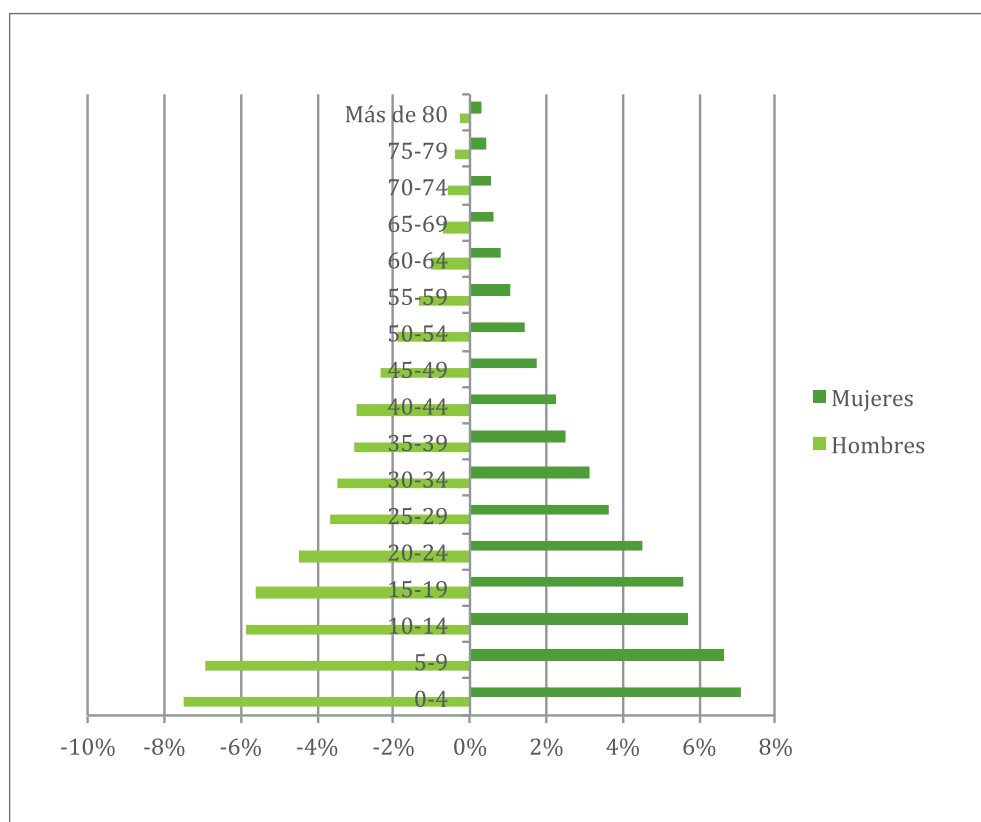


**Figura 4.** Población por área, municipio de Puerto Gaitán.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005

El municipio de Puerto Gaitán ha tenido una mayor concentración de la población en el área rural, teniendo en cuenta que las principales actividades económicas, como la ganadería y la agricultura, son desarrolladas allí. En 1985, el 73 % de la población se encontraba en esta área y el 27 % en la cabecera municipal; mientras que en el año 2005 la distribución de la población disminuyó la brecha entre las dos áreas, el 65 % de la población pertenece al área rural y el 35 % a la cabecera.

En la distribución de población por sexo y grupos de edad (figura 5), se observa, para el año 2010, que el municipio tiene una población joven, el 39 % de la población, 7.100 habitantes, se compone de adultos jóvenes. La mayor cantidad de personas está en edad productiva, debido a los flujos de inmigración en los últimos años por la explotación de hidrocarburos en la zona, que atrae a las personas en búsqueda de oportunidades de empleo.



**Figura 5.** Estructura de la población por sexo y grupos de edad, Puerto Gaitán 2010.

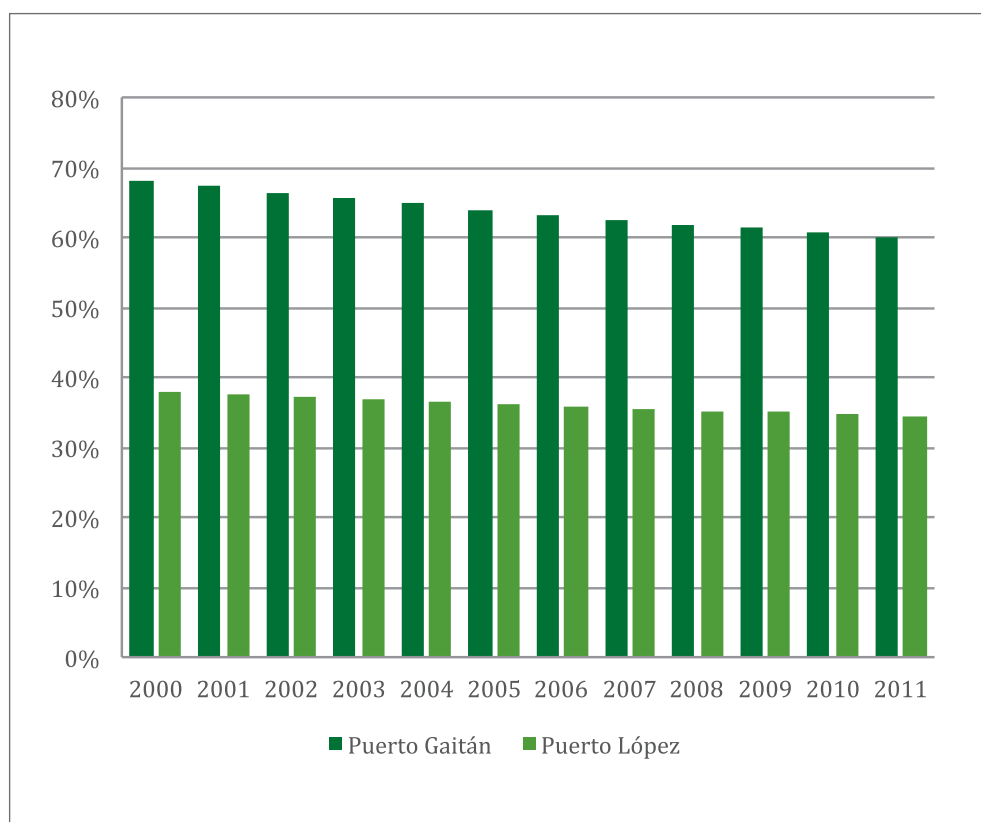
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005



## Índice de ruralidad

El municipio de Puerto López, durante el periodo comprendido por los años 2000 a 2011, presenta un índice de ruralidad (figura 6) en promedio del 36 %, lo que indica que, aunque económicamente el municipio depende del campo con actividades como la agricultura industrial, ganadería y pesca, la población se concentra, en su mayoría, en el área urbana, por el acceso a servicios como la educación, la salud, entre otros, y por el desarrollo de actividades económicas generadoras de ingreso.

De acuerdo con la dinámica del índice de ruralidad (figura 6), Puerto Gaitán es un municipio, en su mayoría, rural; en promedio, de los años 2000 a 2011, la concentración de la población en esta zona ha sido del 64 %, explicado por la alta dependencia de su economía a la agricultura y la ganadería.



**Figura 6.** Índice de ruralidad Puerto López y Puerto Gaitán del año 2000 al 2011.

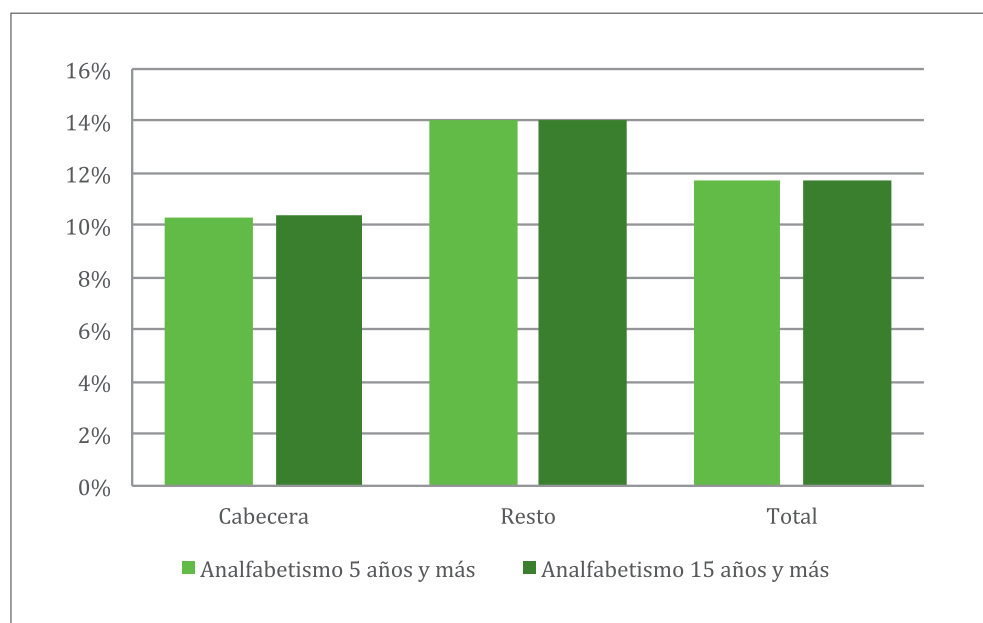
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005

## Educación

En el año 2008, el municipio de Puerto López contaba con 13 instituciones y centros educativos oficiales con 6.793 estudiantes matriculados y dos centros educativos no oficiales con 544 matriculados. Para el año 2005, la inasistencia escolar fue de 653 niños entre los 5 y los 9 años, 442 entre los 10 y 14 años y 1 de 15 a 19 años (Federación Colombiana de Municipios 2008).

De acuerdo con los resultados del censo realizado por el DANE en 2005, el 44,8 % de la población tiene un nivel educativo de básica primaria, el 28,9 % de secundaria, el 3,7 % tiene un nivel de educación superior y postgrado y el 14,5 % ningún estudio.

En el año 2006, según el DANE, sabían leer y escribir 21.942 personas, mientras que 4.868 no contaban con estas habilidades. La mayor tasa de analfabetismo la presenta la zona rural, con 14 % en promedio, mientras que en la cabecera municipal es del 10,4 % (figura 7) y es allí donde se concentran los mayores esfuerzos en cobertura por encontrarse en esta zona los centros educativos y la mayor cantidad de población.



**Figura 7.** Tasa de analfabetismo municipio de Puerto López.

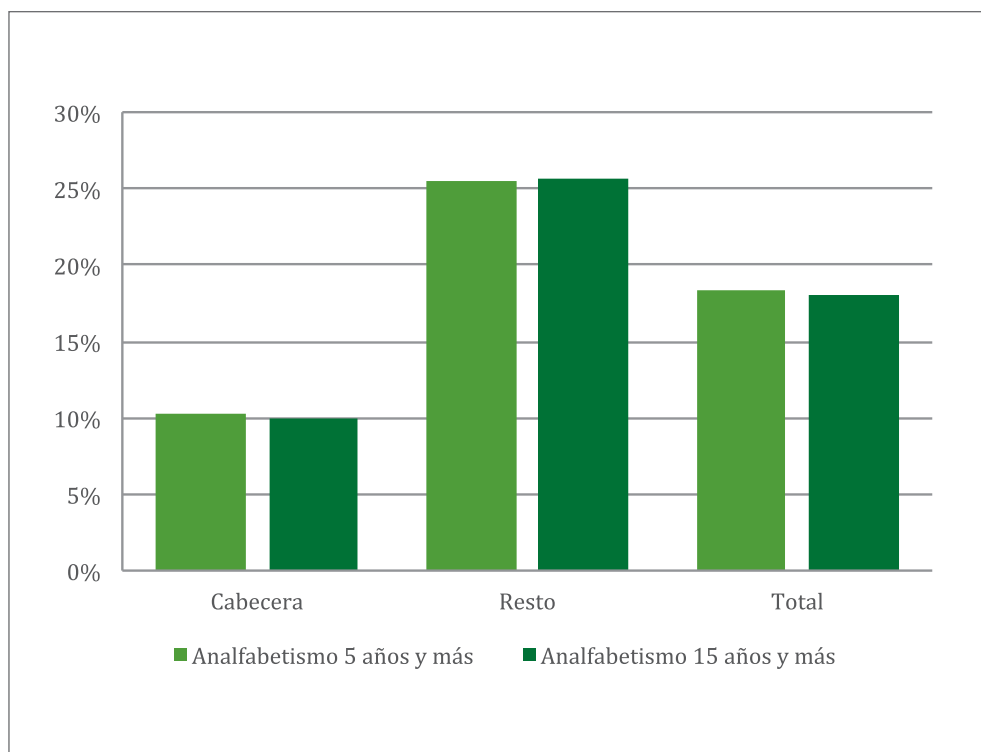
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005



Puerto Gaitán contaba, en el año 2008, con una institución y tres centros educativos oficiales, con 4.993 personas matriculadas (Federación Colombiana de Municipios 2008).

De acuerdo con el censo del DANE de 2005, la población del municipio que tiene niveles educativos de básica primaria es el 49,1 %, secundaria el 28,9 % y sin ningún nivel el 21,9%. Para el mismo año, no asisten a un centro educativo 494 niños y niñas entre los 5-9 años, 374 entre los 10-14 años y 729 entre los 15-19 años.

En el año 2006, sabían leer y escribir 9.264 personas y no contaban con estas habilidades 4.365 personas. El área rural tiene la mayor tasa de analfabetismo (figura 8); para el año 2005, la población de 5 años y más tiene una tasa del 25,5 % y la población de 15 años y más del 25,7 %; la cobertura en educación es baja teniendo en cuenta que el 61 % de la población se encuentra en esta área (Departamento 2005).



**Figura 8.** Tasa de analfabetismo municipio de Puerto Gaitán.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005

## Servicios públicos domiciliarios

La ampliación de cobertura y prestación eficiente de los servicios públicos en el territorio contribuye con el mejoramiento de la calidad de vida de la población; en el análisis de acceso a servicios públicos, se tiene en cuenta la energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y telefonía (figura 9).

De acuerdo con el censo del DANE, para el año 2005, el municipio de Puerto López tiene una cobertura en energía eléctrica del 89,3 % de las viviendas, en el área de la cabecera municipal del 97,1 % y en el área rural del 57,8 %. El municipio de Puerto Gaitán tiene una cobertura total del 54%, en la cabecera municipal fue del 93,4 % y en el área rural del 16,7 %.

Los dos municipios presentan bajo acceso a servicio de telefonía. En el año 2005, en Puerto López, la cobertura fue del 21,9 %, en la cabecera municipal del 32,9 % y en el área rural del 2,1 %; en Puerto Gaitán, la cobertura fue del 15,7 %, en el área de la cabecera municipal del 30,4 % y en área rural del 2,1 % (DANE, 2005).

En Puerto López, tiene servicio de acueducto el 81 % de las viviendas y de alcantarillado el 65%; en Puerto Gaitán, tiene acueducto el 53 % y alcantarillado el 42,4 %.

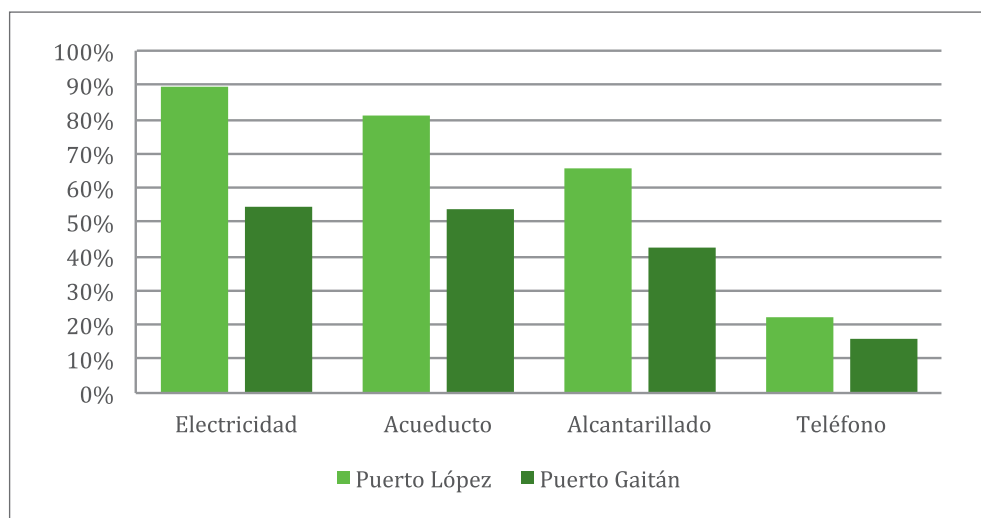


Figura 9. Servicios públicos en la vivienda.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005



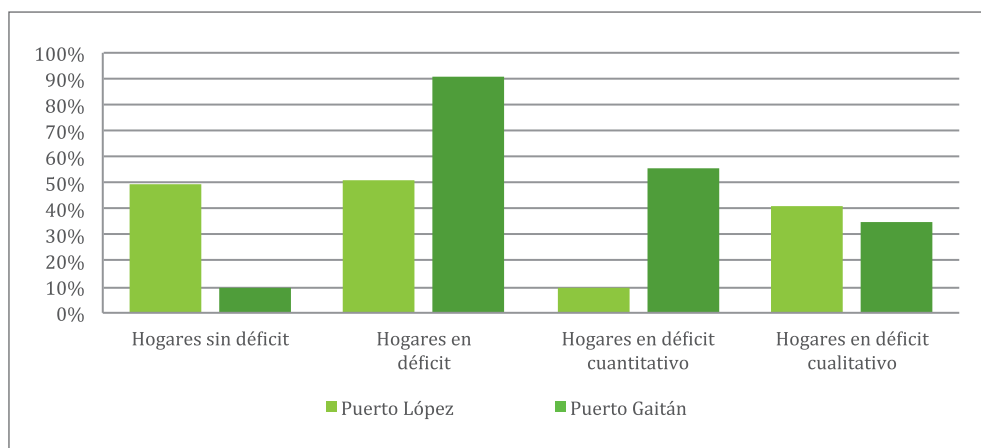
## Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

La metodología de necesidades básicas insatisfechas (NBI) permite establecer las carencias críticas de la población, teniendo en cuenta indicadores como: viviendas inadecuadas, hogares con hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados, hogares con alta dependencia económica, hogares con niños en edad escolar que no asisten a la escuela, para determinar necesidades básicas como vivienda, servicios sanitarios, educación e ingreso.

En la figura 10 se presentan los indicadores de NBI para los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán en 2005.

En el área rural del municipio de Puerto López, para el año 2005, de un total de 2.729 hogares, 50,7 % tenía déficit de vivienda, de los cuales el 9,6 %, que corresponde 261 hogares, tiene déficit cuantitativo, es decir, que hay una baja disponibilidad de viviendas adecuadas para los hogares existentes, y el 41,4 %, que representa 1.223 hogares, tienen déficit cualitativo, índice que tiene en cuenta las carencias habitacionales en la vivienda, acceso a servicios públicos, estructura de la vivienda y espacios.

En el área rural del municipio de Puerto Gaitán, se presenta el mayor déficit de vivienda; de 1.522 hogares, el 90,5 % (Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005), que corresponde a 1.378 hogares, tiene algún tipo de carencia, de estos el 55,3 % tiene déficit cuantitativo de vivienda y el 32,3 % tienen déficit cualitativo de vivienda.

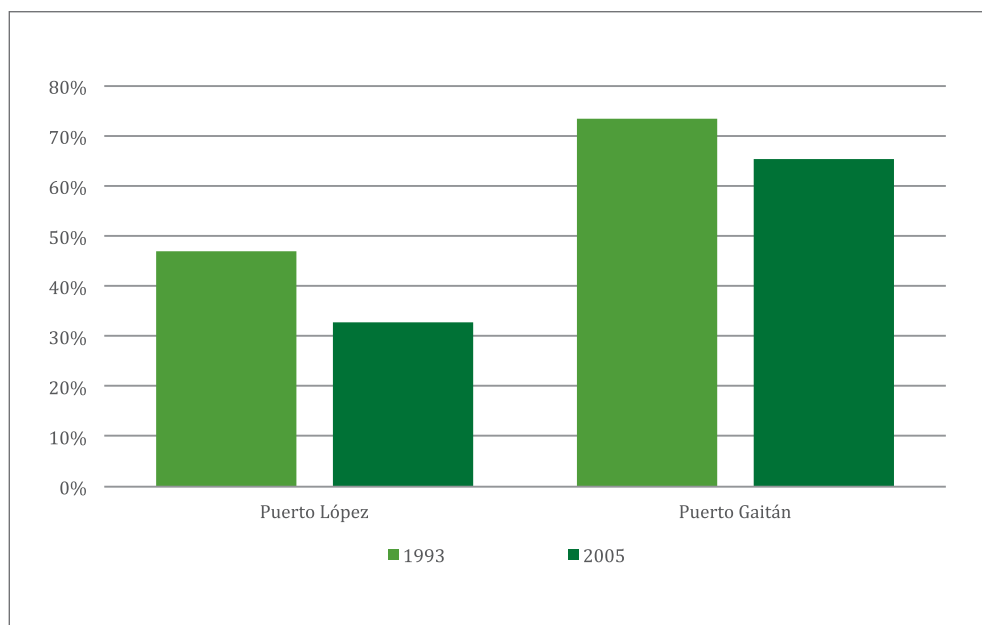


**Figura 10.** Indicador de NBI% en los municipios de Puerto Gaitán y Puerto López. Censo DANE 2005. Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005

De acuerdo con los resultados de los censos del DANE 1993 y 2005 (figura 11), el indicador de NBI, en el municipio de Puerto López, presentó una disminución de 14,04 puntos y, en el municipio de Puerto Gaitán, de 7,87 puntos, lo que permite determinar que las condiciones de vida de la población han mejorado y los hogares han tenido un mayor cubrimiento de sus necesidades en acceso a servicios sociales y condiciones básicas.

La población que habita en las zonas rurales presenta la mayor cantidad de carencias básicas reflejado en un NBI más elevado; según el censo del DANE en 2005, en el municipio de Puerto Gaitán, el indicador NBI para el área rural fue de 83,4% y en Puerto López de 42,9%.

Los habitantes del área rural no cuentan con los equipamientos necesarios para cubrir sus necesidades de acceso a servicios públicos y sociales, lo que ubica a la población en condiciones de pobreza y miseria. Para el año 1993, en el área rural de Puerto López, 298 hogares se encontraba en situación de pobreza y 73 en condición de miseria; en Puerto Gaitán, 331 hogares están en condición de pobreza y 106 en condición de miseria (Departamento Administrativo Nacional de Estadística 1993).



**Figura 11.** Indicador de NBI%.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2005



## Actividades económicas

La economía del departamento del Meta se basa en las actividades agrícola, pecuaria, industrial, comercial y explotación de petróleo y gas. Se cultiva arroz, soya, maíz, yuca, algodón, plátano, cítricos, sorgo, cacao, caucho, forestales y palma. La actividad pecuaria (ganadería y porcicultura) se destina a la cría, levante y engorde de ganado. El Meta es uno de los departamentos con mayor inventario bovino, su participación es del 10,2 % a nivel nacional; el territorio se caracteriza por contar con extensos pastos que permiten el desarrollo de esta actividad.

La industria del departamento se basa en la trilla de arroz, elaboración de bebidas, la extracción y refinamiento del aceite de palma, actividad metal-mecánica y productos para la construcción. Se realizan actividades del sector servicios como el turismo y el comercio de bienes y servicios principalmente con el centro del país.

En la zona de la altillanura plana metense (Puerto López y Puerto Gaitán), se realizan actividades económicas del sector primario como ganadería extensiva de cría y levante de vacunos y agricultura.

En el municipio de Puerto López, se cultiva principalmente arroz, algodón, maíz, soya, yuca, plátano, café, frutales y forestales. Otra de las actividades de gran importancia para el municipio es la ganadería bovina y porcina y la pesca; en 2009, la población bovina fue de 224.270 animales, se sacrificaron 2.260 en el periodo de enero a julio de ese año y la producción promedio diaria de leche fue de 2.785 litros. El inventario porcino se registró en 11.140 animales y la producción piscícola fue de 1.060 toneladas (Gobernación... 2010, pp. 195-202).

Una de las principales actividades económicas de Puerto Gaitán es la ganadería, de acuerdo con el informe de coyuntura emitido por la Secretaría de Agricultura (Gobernación... 2010, pp. 195, 198), el inventario bovino para el año 2009 fue de 161.700 animales, se comercializaron 1.214 litros de leche en promedio por día; y el inventario de porcinos fue de 30.890 animales.

En Puerto Gaitán, se desarrolla la agricultura con cultivos de maíz, soya, arroz, plátano, yuca, palma africana y caucho. Así mismo, tiene actividades

del sector servicios como el turismo. Se promueven actividades como ferias y fiestas, entre ellas se encuentra el Festival de Verano y el Festival Internacional de la Cachama, que atraen gran cantidad de personas de otras regiones e impulsan otros sectores como el hotelero y de restauración.

La explotación de petróleo en el municipio es una actividad de gran importancia, en esta zona se concentra principalmente la producción del departamento del Meta con más de 90.000 barriles diarios (Gobernación... 2009). En el año 2009, fue uno de los municipios que más recibió ingresos por concepto de regalías (\$48.630 millones).

## El comercio

Los grandes desarrollos agroindustriales y especialmente la explotación petrolera, que han aumentado la fuerza laboral del municipio, también han generado incremento en la demanda de productos manufacturados para consumo, lo cual ha conllevado importantes dinámicas de inversión en el sector comercio para suplir ciertos requerimientos de consumo fundamentalmente de los trabajadores. Sin embargo, el incremento de la demanda ha disparado los precios de algunos productos con negativas consecuencias para la población del municipio que continúa percibiendo ingresos de sus actividades cotidianas (Herrera 2009).





## Capítulo II

# Características actuales de los sistemas de producción

La siembra de cultivos semestrales en suelos ácidos de sabana nativa de la altillanura plana se inició en el año de 1992 con los sistemas arroz-pastos desarrollados por el convenio entre el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz), con el objeto de impulsar la siembra de pasturas mejoradas con braquiarias a costos mínimos. Con este propósito, se desarrollaron variedades de arroz (Sabana 6 y Sabana 10) altamente tolerantes a la toxicidad por el aluminio intercambiable y adaptadas a las condiciones climáticas de la altillanura. En el año 2000, con recursos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y a través del convenio entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt) y el CIAT se generó y liberó el primer híbrido de maíz para suelos ácidos, con el cual se integró la altillanura colombiana al polo generador de materias primas para la cadena avícola-porcícola. Al mismo tiempo, con fondos del MADR, se desarrollaron variedades de soya que se integraron al sistema de rotación de cultivos en la altillanura plana colombiana (Corporación... 2011a).

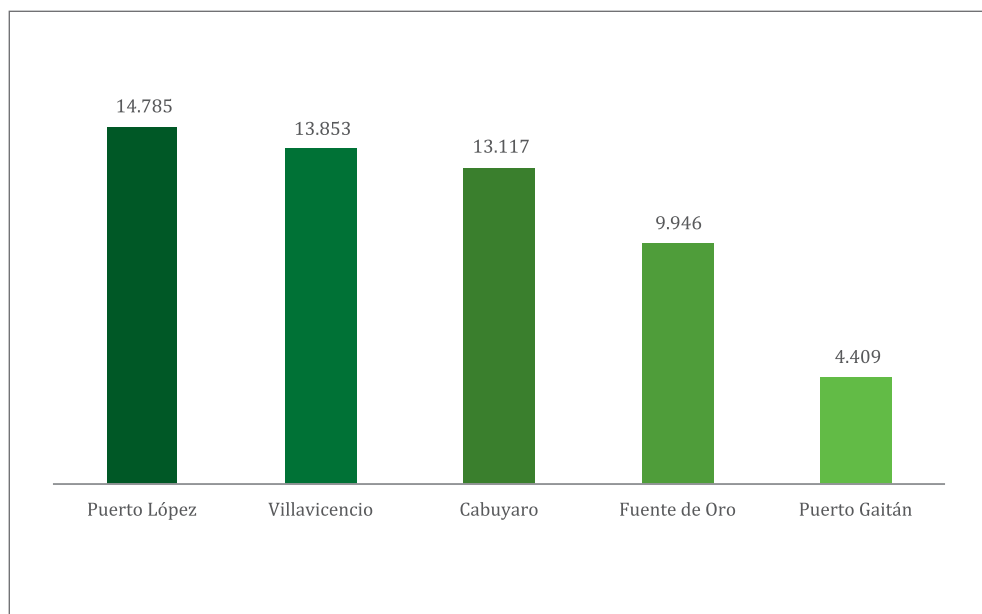


## Arroz

El proceso de introducción y adaptación de germoplasma de cultivos anuales adaptados a suelos ácidos de la altillanura plana de la Orinoquía, se inició a finales de la década del sesenta a través del ICA. Después de varios años de investigación con la variedad de arroz IR8, susceptible a la toxicidad de aluminio, se concluyó que la producción de arroz en estos suelos no era rentable debido a las altas cantidades de enmiendas y fertilizantes requeridos.

En la década del setenta, tanto el ICA como el CIAT, comenzaron a trabajar en forma conjunta en la identificación de mecanismos de resistencia a los problemas de acidez del suelo y toxicidad de aluminio. Posteriormente, en los ochenta, a través de mejoramiento genético, fue posible seleccionar variedades resistentes a estos problemas (Rivas 2004).

Para 2011, se registró una mayor área sembrada en el departamento, comparada con 2010, con 73.443 hectáreas para el semestre A y 3.455 hectáreas para el semestre B (Gobernación... 2011). La figura 12 presenta los municipios con mayor área sembrada con arroz de secano en el departamento del Meta, en 2011.



**Figura 12.** Áreas sembradas en arroz de secano en hectáreas en el departamento del Meta.  
Fuente: Gobernación... 2011



La altillanura plana presenta variaciones importantes en este sistema productivo, las cuales se registraron entre los años 2010 y 2011 (tabla 2).

**Tabla 2.** Variación del área sembrada en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011

Municipio	Año 2010 Semestre A	Año 2011 Semestre A	Variación % Semestre A
Puerto Gaitán	4.046	4.409	9,0
Puerto López	9.973	14.785	48,3
<b>Total</b>	<b>14.019</b>	<b>19.194</b>	<b>36,9</b>

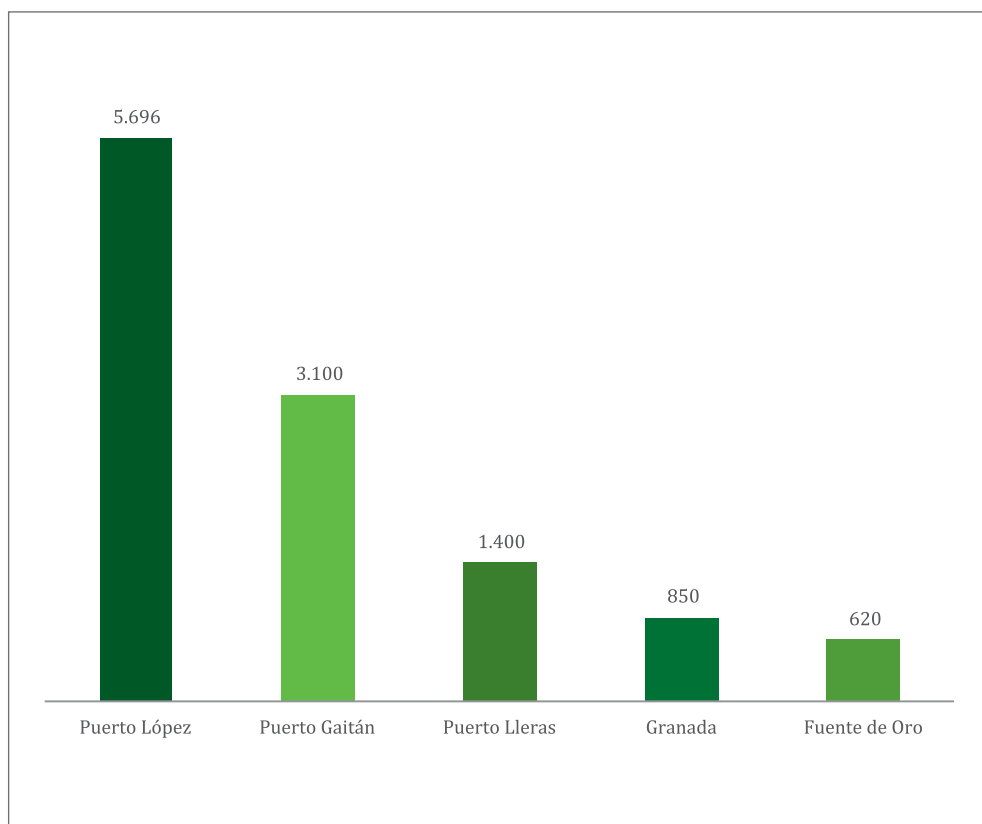
Fuente: Gobernación... 2011.

En los últimos cuatro años se ha observado cierta estabilidad en las áreas sembradas. De acuerdo con las cifras de censos elaborados por Fedearroz, en 2008 se sembraron 60.138 hectáreas, seguido de un aumento en 2009 que llegó a 76.927 ha; en el año 2010 hubo una disminución a 68.823 ha, debido a aumentos en aranceles de fertilizantes y, en 2011, se volvió a incrementar a 73.443 ha (Gobernación... 2011).

## Maíz

A mediados de la década del noventa se lograron los primeros resultados de investigación en maíz para la altillanura, mediante el convenio ICA-Cimmyt con la participación de Corpoica. La empresa privada aportó otros híbridos de maíz con buenos rendimientos, los cuales se adaptan bien en sabanas mejoradas y complementan el abanico de oportunidades en recursos genéticos, que se pueden tener para iniciar cualquier proyecto productivo, lo que, a su vez, permitió un importante desarrollo regional en la cadena de alimentos balanceados para animales (Corporación... 2011a).

Para el año 2011, los municipios con mayor producción de maíz en el departamento del Meta fueron: Puerto López, que registró 5.696 hectáreas; seguido de Puerto Gaitán con 3.100 hectáreas; Puerto Lleras con 1.400 hectáreas; Granada con 850 hectáreas y Fuente de Oro con 620 hectáreas (Gobernación... 2011) (figura 13).



**Figura 13.** Municipios con mayor área sembrada (ha) en maíz tecnificado en el departamento del Meta. Año 2011.

Fuente: Gobernación... 2011

La altillanura plana presenta variaciones importantes en este sistema productivo, las cuales se registraron entre los años 2010 y 2011 (tabla 3).

**Tabla 3.** Variación del área sembrada (ha) en maíz. Municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011

Municipio	Año 2010 Semestre A	Año 2011 Semestre A	Variación % Semestre A
Puerto Gaitán	2.174	5.696	162,0
Puerto López	379	3.100	717,9
<b>Total</b>	<b>2.553</b>	<b>8.796</b>	<b>244,5</b>

Fuente: Gobernación... 2011.



## Soya

Corpoica ha desarrollado seis variedades de alto potencial de rendimiento. Aunque también se han evaluado variedades de importancia económica de otras latitudes, los resultados obtenidos permiten deducir que Colombia, por su condición tropical, requiere de genotipos desarrollados con adaptación específica a los agroecosistemas predominantes. Los siguientes son los materiales desarrollados (Corporación... 2011a):

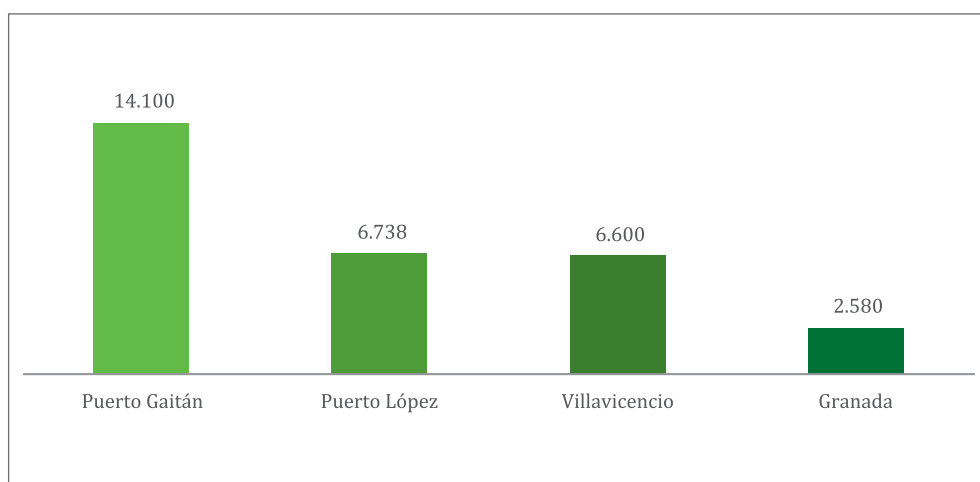
- Soyica Altillanura 2, producto del convenio ICA-Corpoica-Fondo de Fomento Algodonero (FFA), fue liberada en 1994 como la primera variedad de soya para suelos ácidos de la altillanura desarrollada en Colombia, caracterizada por tolerar hasta un 70 % de saturación de aluminio.
- Soya Corpoica Orinoquía 3, entregada en 1999, como producto del convenio de Corpoica-MADR, con recursos del Fondo de Oleaginosas de Ciclo Corto, con la participación de la Comercial Agrícola (Coagro). Es una alternativa varietal para siembras del primer semestre en suelos de la altillanura, por su tolerancia a 60 % de saturación de aluminio, precocidad, alta uniformidad de desecamiento y tolerancia a hongos de la vaina.
- Soya Corpoica La Libertad 4, liberada en 2005, como alternativa genética para la Orinoquía colombiana, con adaptación a oxisoles de la altillanura (saturación de bases entre 40 % y 60 %) y altitudes entre 150 y 1.200 msnm.
- La variedad de soya Corpoica Taluma 5, desarrollada por Corpoica, se constituyó en la primera variedad de soya con utilidad forrajera para la alimentación de rumiantes o como grano para la alimentación de monogástricos. Por sus características forrajeras, puede ser incorporada como alternativa proteica para elevar el nivel nutricional del ensilaje.
- Soya Corpoica Sabana 7, desarrollada por Corpoica como alternativa genética para la Orinoquía colombiana, con adaptación a oxisoles de la altillanura (saturación de bases entre 40 % y 60 %) y altitudes entre 300 y 1.200 msnm. La siembra de la variedad se recomienda para el segundo semestre del año en la altillanura y se constituye en buena opción para ser incluida en el sistema de rotación maíz/soya, puesto que es una variedad que responde muy bien a dosis medias de fertilizante. Este material presenta ventajas comparativas con respecto a variedades tradicionales, en: tolerancia a aluminio, adaptación a suelos de moderada fertilidad, mayor contenido de proteína (de 2 % a 4%), uniformidad a secado y rendimiento de grano superior en 10 % a 15 %.

- Soya Corpoica Superior 6, variedad de ciclo corto (90-95 días), de excelente uniformidad a cosecha, inicio de carga superior a los 15 centímetros, con mayor resistencia a la dehiscencia. Se recomienda para los suelos mejorados donde existan bajos limitantes de acidez y fertilidad de suelos.

La rotación de cultivos anuales (soya, maíz, arroz), para mejorar las condiciones naturales de los suelos, seguidos por pasturas contribuye al incremento de la producción ganadera, la cual puede pasar de 0,2 a 1,5 animales/hectárea y de 30 a 200 kilogramos de carne/hectárea/año. Se prevé que con las nuevas ofertas tecnológicas se logren producciones entre 350-500 kilogramos de carne en vivo por hectárea por año, 15 veces más de lo que hoy día produce el sistema extensivo en sabanas.

En la actualidad, existe germoplasma en investigación de estas especies que permiten visualizar un mayor desarrollo productivo de la zona. Se estima que un techo de producción para el cultivo del maíz puede estar en 9 t/ha, mientras para la soya este puede ser de 2,5 a 3,0 t/ha (Corporación... 2011a).

Los municipios con mayor producción de soya en el departamento del Meta son: Puerto Gaitán, que ocupa el primer puesto y registra 14.100 hectáreas; seguido de Puerto López con 6.738; Villavicencio con 6.600 y Granada con 2.580 (Gobernación... 2011). En la figura 14 se presenta el área sembrada de soya en 2011 en los cuatro principales municipios productores en Meta.



**Figura 14.** Municipios con mayor área sembrada (ha) en soya en el departamento del Meta. Año 2011.  
Fuente: Gobernación... 2011



La altillanura plana presenta variaciones importantes en este sistema productivo, las cuales se registraron entre los años 2010 y 2011 (tabla 4).

**Tabla 4.** Variación del área sembrada en soya en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011

Municipio	Año 2010 Semestre A	Año 2011 Semestre A	Variación % Semestre A
Puerto López	2.529	6.738	166,4
Puerto Gaitán	5.351	14.100	163,5
<b>Total</b>	<b>7.880</b>	<b>20.838</b>	<b>164,4</b>

Fuente: Gobernación... 2011

Adicionalmente a la generación de nuevos genotipos adaptados a las condiciones de la zona, se han desarrollado tecnologías de manejo agronómico (Rodríguez sin publicar), con base en labranza vertical, uso de correctivos como cales, rocas fosfóricas, yeso; manejo integrado de plagas y enfermedades, con énfasis en controladores biológicos; uso de biofertilizantes, cosecha a granel, rotación de cultivos, uso de coberturas y, más recientemente, la agricultura por sitio, la cual comienza a implementarse en la región (Corporación... 2011a).

## Palma de aceite

Según la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma), Colombia ocupa el quinto puesto, tanto en la producción mundial de palma aceitera como en la superficie destinada a este cultivo, en ambos casos participa con menos del 2% (tabla 5). Los principales productores son Indonesia, Malasia y Tailandia que concentran el 81,7% de la producción mundial. Igualmente, la superficie sembrada con palma de aceite en Malasia e Indonesia representa prácticamente el 80% de la superficie mundial (Gobernación... 2011).



**Tabla 5.** Áreas con palma de aceite en el mundo, 2005-2009 (miles de hectáreas)

País	2005	2006	2007	2008	2009	Part. 2009 (%)
Indonesia	3.690	4.110	4.540	4.950	5.350	44,2
Malasia	3.552	3.678	3.741	3.900	4.002	33,0
Tailandia	316	340	410	470	545	4,5
Nigeria	370	378	390	405	418	3,4
Colombia	164	178	200	221	236	1,9
Ecuador	190	198	203	207	214	1,8
Costa de Marfil	197	219	203	215	220	1,8
Papúa Nueva Guinea	88	96	100	117	119	1,0
Otros	822	869	900	960	1.013	8,4
<b>Total</b>	<b>9.389</b>	<b>10.066</b>	<b>10.687</b>	<b>11.445</b>	<b>12.117</b>	<b>100,0</b>
Variación %	8,9	7,2	6,2	7,1	5,9	

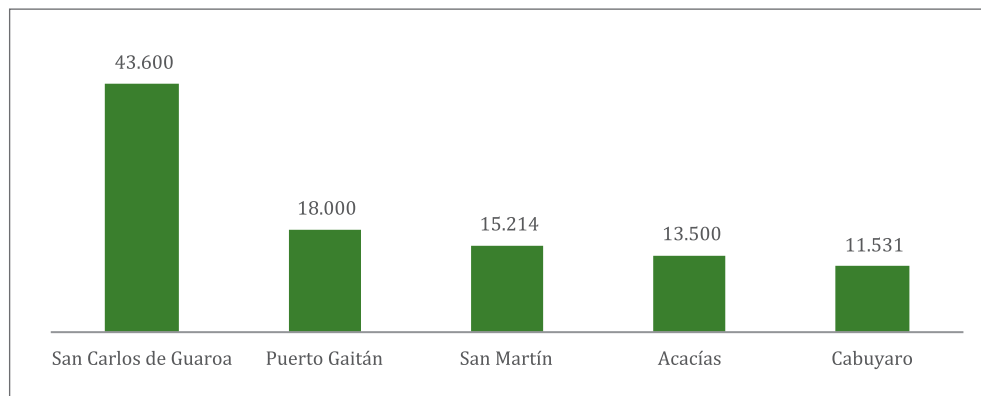
Fuente: Oil World 2010; Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2010

A finales de los noventa, algunos empresarios sembraron 800 hectáreas de palma de aceite en el kilómetro 25 adelante de Puerto Gaitán, por la vía a Rubiales. Contra todo pronóstico y frente a las fuertes críticas técnicas por su arriesgada inversión, siguieron la recomendación del Instituto de Investigaciones de Palma Africana de Costa de Marfil (IRHO) quienes dijeron que el Meta es la mejor región de Colombia, para producir palma de aceite. Esta empresa, hoy tiene 4.000 hectáreas sembradas, cuenta con planta extractora y es la referencia de las nuevas siembras.

Sobre esta misma vía y la que lleva a Carimagua, hay otros desarrollos que demuestran el interés por este cultivo. Los inventarios actuales demuestran que ya hay en la altillanura más de 16.000 hectáreas de palma de aceite, con la posibilidad de que muy pronto se llegue a las 20.000, debido a que, en los viveros existentes, se cuenta con materiales listos para ser trasplantados (Espinosa 2010a).



Con respecto al departamento del Meta, en 2011, se registra un área sembrada de 162.497 hectáreas, un 17,2 % mayor que el año anterior, lo que muestra un crecimiento del 45,5 % en los últimos cuatro años. En el año 2011, los principales municipios productores de palma de aceite en este departamento son: San Carlos de Guaroa con 43.600 hectáreas, Puerto Gaitán con 18.000, San Martín con 15.214, Acacías con 13.500 y Cabuyaro con 11.531 (Gobernación... 2011) (figura 15).



**Figura 15.** Municipios con mayor área sembrada (ha) en palma de aceite en el departamento del Meta. Año 2011.

Fuente: Gobernación... 2011

La altillanura plana presenta variaciones importantes en este sistema productivo, las cuales se registraron entre los años 2010 y 2011 (tabla 6).

**Tabla 6.** Variación del área sembrada en palma de aceite en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán. 2010-2011

Municipio	Año 2010	Año 2011	Variación del área 2010/2011 (%)
Puerto Gaitán	2.500	3.050	22,0
Puerto López	13.200	18.000	36,4
<b>Total</b>	<b>15.700</b>	<b>21.050</b>	<b>34,1</b>

Fuente: Gobernación... 2011

En el municipio de Puerto Gaitán se encuentra una de las 19 plantas extractoras que tiene el departamento del Meta.

## Caña de azúcar

Durante muchos años se ha especulado sobre las posibilidades de desarrollo agrícola de los Llanos Orientales de Colombia. Siempre se daba importancia a las condiciones excepcionales de más de 3,5 millones de hectáreas de la altillanura, en cuanto a la pluviometría, temperaturas, radiación solar, la topografía, las arterias fluviales, entre otras; pero con limitantes como la fragilidad del ecosistema y las pésimas condiciones naturales del suelo en las partes química, física y biológica que no permitían la adaptación de los cultivos.

En la década de los noventa, la inquietud obligó a orientar la investigación agropecuaria por parte de Corpoica y CIAT, hacia el acondicionamiento del suelo para lograr la adaptación de los cultivos comerciales como el arroz, maíz, soya y algunos pastos, con lo que se obtuvieron excelentes resultados.

Fruto de esta investigación, se inició la explotación de cultivos comerciales extensivos en la altillanura, en un programa de rotación con pastos. Este desarrollo sirvió de referencia para iniciar estudios sobre la adaptación de la caña de azúcar (Bolaños 2010).

Consecuentes con la necesidad del país de mejorar las condiciones ambientales, mediante la oxigenación de la gasolina y de aprovechar la cercanía al mayor centro de consumo de combustibles del país, la empresa privada incursionó en procura de hacer grandes desarrollos que les permitiera realizar siembras masivas de caña para alcohol y, a la vez, instalar factorías para transformar el jugo de la caña en alcohol carburante y la biomasa sobrante en energía comercializable.

En este tema hay dos esfuerzos privados, como son Bioenergy S. A. y el liderado por los ingenios Riopaila y Central Castilla, quienes aspiran a que en los siguientes años puedan ofrecer alcohol etílico para la mezcla con la gasolina. Bioenergy, en asocio con Ecopetrol (20% y 80%, respectivamente), adelantan la construcción de la destilería El Alcaraván, con una capacidad de producción de bioetanol proyectada de 450.000 litros al día, para lo cual están sembrando caña de azúcar en el eje vial entre Puerto López y Puerto Gaitán, en donde tendrán que plantar cerca de 12.000 hectáreas, para la producción de biomasa como materia prima del alcohol carburante. Adicionalmente, producirá 28 megavatios de energía, de los cuales ofrecerá a la interconexión 20 megavatios.



En la zona, hay investigaciones iniciadas por la empresa privada, que, desde hace cinco años, vienen teniendo siembras de caña de azúcar para investigación, con variedades nacionales y brasileras. De otra parte, en la zona de Carimagua, en los límites de Meta y Vichada, se han instalado otras empresas en busca de nichos propios para la producción de nuevos materiales para el suministro de biocombustibles. En este sitio, se dará origen a un segundo núcleo de producción agrícola, inicialmente de granos para luego dedicarse al cultivo de caña de azúcar para la producción de bioetanol; con este propósito se piensan sembrar cerca de 20.000 hectáreas en caña (Espinosa 2010a).

## Sistemas agroenergéticos

En la actualidad, se vislumbra la altillanura como un importante polo de desarrollo agroenergético regional y nacional. Es así como, la caña de azúcar (*Sacharum officinalis*), el sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L.) y el piñón (*Jatropha curcas*), comienzan a tener una dinámica de crecimiento propia, dados los avances tecnológicos encontrados hasta el momento en estas especies.

Los resultados iniciales permiten evidenciar producciones de caña de azúcar entre 100-120 t/ha de tallos, con 16 a 22 grados Brix, lo cual muestra la alta potencialidad de esta especie en la región y hace necesario el establecimiento de trabajos para determinar los requerimientos nutricionales y de correctivos, manejo de suelos, comportamiento varietal y el manejo integrado de plagas.

De igual forma, los trabajos sobre la generación de variedades e híbridos de sorgos dulces para la región, han mostrado producciones de forraje entre 60-80 t/ha, con 14 a 16 grados Brix y periodos vegetativos entre 90 y 100 días. Así mismo, se ha encontrado una eficiencia en fábrica de 66 litros de bioetanol por tonelada de sorgo, lo que equivale, si se realizan las tres cosechas al año, a una producción potencial de 7.920 l/ha/año.

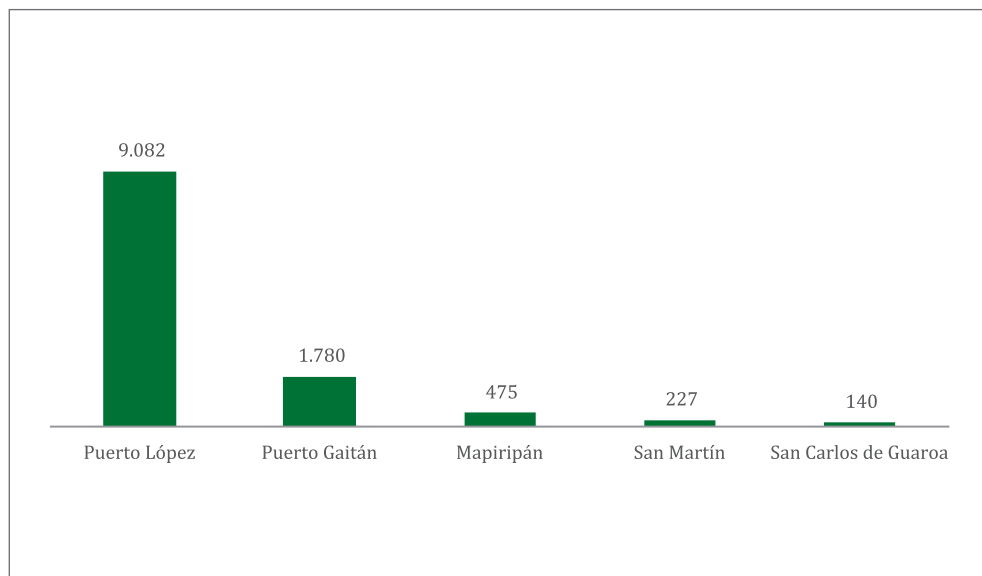
En el cultivo del piñón se está evaluando la colección de materiales nacionales y regionales con nuevas introducciones de germoplasma internacional, así como estudios sobre identificación de sus principales atributos fisiológicos y de producción. Los avances obtenidos sobre adaptación y rentabilidad de esta especie permiten concluir inicialmente que existen otras regiones del país con mayores ventajas comparativas y competitivas para la producción de biodiesel.

A pesar de que la palma de aceite ya representa cerca de 18.000 hectáreas en la altillanura, no se han desarrollado recomendaciones tecnológicas para el manejo agronómico de esta especie en las condiciones edafoclimáticas específicas de la altillanura, lo cual hace necesario establecer programas de investigación dirigidos a este propósito (Corporación... 2011a).

## Caucho

El caucho es hoy día un importante producto que se cultiva en nuestro país y la tendencia de crecimiento así lo demuestra. En 2002, se contaban con 6.787 hectáreas sembradas; en 2008, la cifra pasó a las 25.000 hectáreas y, en la actualidad, se tienen 29.000 hectáreas sembradas en todo el país.

Para el año 2011, el caucho en el Meta tuvo un aumento considerable de casi 2.000 hectáreas respecto al año inmediatamente anterior, siendo el municipio de Puerto López el que representa la mayor área de siembra con un total de 9.082 hectáreas; seguido de Puerto Gaitán con 1.780 ha, lo que hace de la altillanura una región con gran potencial para proveer este producto que la industria mundial demanda cada vez más (Gobernación... 2011) (figura 16).



**Figura 16.** Municipios con mayor área sembrada (ha) en caucho en el departamento del Meta. Año 2011. Fuente: Gobernación... 2011



La altillanura plana presenta variaciones importantes en este sistema productivo, las cuales se registraron entre los años 2010 y 2011 (tabla 7).

**Tabla 7.** Variación del área sembrada en caucho en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán 2010-2011

Municipio	Año 2010	Año 2011	Variación del área 2010/2011 (%)
Puerto Gaitán	1.486	1.780	19,8
Puerto López	7.734	9.082	17,4
<b>Total</b>	<b>9.220</b>	<b>10.862</b>	<b>17,8</b>

Fuente: Gobernación... 2011

Es de resaltar que, en el año 1985, la empresa Mavalle inició siembras de caucho natural en la zona de Puerto López, y, posteriormente, se constituyó como la empresa de mayor área cultivada y explotada en caucho natural en el país. A la fecha, la empresa tiene más de 4.500 hectáreas, de las cuales están en producción cerca de 1.000, con una proyección de siembras que la lleven a tener 5.000 hectáreas en no más de cuatro años (Espinosa 2010a).

## Forestales

Pese a que los bosques y las plantaciones generan muchas externalidades, en su mayoría positivas, es decir, beneficios para la sociedad (como son la conservación de la biodiversidad y el paisaje, la protección de aguas y suelos y la captura de dióxido de carbono), generalmente, el sistema de mercado no los reconoce, pues no los incorpora en el precio de los productos forestales, por lo que la inversión en esta actividad es inferior a la socialmente deseable.

El Certificado de Incentivo Forestal (CIF) constituye un reconocimiento por las externalidades positivas de la reforestación en relación con sus beneficios ambientales y sociales. Su fin es promover la realización de inversiones directas en nuevas plantaciones forestales de carácter protector-productor en terrenos de aptitud forestal. Este certificado es un subsidio monetario para financiar el establecimiento y mantenimiento (hasta el quinto año) de plantaciones forestales (Espinosa 2010b).

## Programa de Investigación en Semillas

En los recientes años, los recursos apropiados para investigación dentro del CIF han logrado apoyar la investigación en diferentes aspectos del conocimiento de las especies nativas e introducidas. Es así como, en el desarrollo de los procesos de gestión e investigación, han logrado resultados mediante la contribución de la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif), en el fortalecimiento técnico de los funcionarios del ICA, para que los conceptos y objetivos técnicos en regulación y ordenación del mercado de semillas forestales fueran regulados y definidos mediante una norma ICA.

En desarrollo de la Agenda Única de Investigación Forestal se avanza en la articulación de acciones orientadas a ampliar el conocimiento, la validación y la transferencia de tecnologías forestales. En tal sentido, Corpoica y Conif son los responsables de su puesta en marcha, promoviendo la participación activa de la academia y los productores forestales (Espinosa 2010b).

Es de resaltar el desarrollo forestal en la región de la altillanura. Paralelamente a la investigación de suelos generada en la zona, se inició la siembra de forestales nativos (450 hectáreas), para luego seguir con especies introducidas como *Pino caribea*, *Eucalipto pellita* y *Acacia mangium* y algunos materiales no muy aptos para la zona como teca. En la actualidad, se cuenta con cerca de 4.200 hectáreas en desarrollo y una empresa de inmunización de maderas (Inmunizadora del Llano), que produce y comercializa postes para cerca, electrificación y madera de construcción. El futuro de este subsector es más que prometedor y su avance es sostenido (Espinosa 2010a).





## Sistemas agroforestales

La agroforestería se considera una alternativa válida para intensificar la producción de los sistemas tradicionales y promover la diversificación. La generación continua de madera, alimentos y forraje para el ganado consolida e incrementa la productividad de las explotaciones, lo que evita la degradación de los suelos y las praderas.

En un sistema agrosilvopastoril, el ganado se beneficia con un mejor microambiente; mayor sombra, que reduce su estrés por exceso de radiación; aumenta la disponibilidad de alimentos en épocas secas; y mejora la utilización del agua y los nutrientes. El follaje de los árboles es una fuente de energía digestible de excelente calidad que aporta nitrógeno y otros nutrientes necesarios para el funcionamiento ruminal, en dietas con forraje de baja calidad, además de estimular su consumo.

Los árboles reducen la evapotranspiración, actúan como barreras rompevientos, minimizan el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo y mejoran el ciclaje de nutrientes en el sistema productivo. La utilización de sistemas agroforestales puede jugar un papel estratégico desde el punto de vista biofísico, económico y social, en diversos ecosistemas intervenidos, porque reducen la presión sobre los bosques primarios, solucionan o reducen problemas de tenencia y uso de la tierra; evitan los procesos de degradación del suelo, del agua y de la biodiversidad; y contribuyen a incrementar la seguridad alimentaria y a reducir la pobreza rural.

De otra parte, desde la década del noventa se han desarrollado estrategias sobre introducción y evaluación de sistemas forestales en la altillanura, lo cual ha permitido que en la actualidad se tenga desarrollada tecnología para el establecimiento y producción de la *Acacia mangium*, el *Eucalipto pellita* y el *Pino caribea*, como producción forestal o en arreglos agroforestales donde se busca el mejoramiento del bienestar animal.

El enfoque de los sistemas agroforestales con caucho, maderables y otros cultivos permanentes son una alternativa de producción para esta región. El esquema de manejo de este sistema se basa en la utilización de cultivos anuales para crear una capa productiva en el suelo, con lo que se disminuyen sus limitantes físicas, químicas y biológicas. Posteriormente, se establece el cultivo permanente y durante los tres a cuatro primeros años, en la etapa vegetativa, se establecen

cultivos anualizados en los callejones con lo cual se obtiene un flujo continuo de caja, ingresos rápidos y mejoramiento de las características del suelo (Corporación... 2011a).

## **Sistemas silvopastoriles**

La interacción entre especies arbóreas y arbustivas con las pasturas y el componente animal ha sido desarrollada recientemente en Colombia a través de estudios de caso o proyectos individuales en ecosistemas del piedemonte llanero y la altillanura plana; estudios adicionales se han desarrollado en la zona de transición entre la Orinoquía y la Amazonía.

En dichos trabajos, se ha avanzado en la evaluación de especies nativas e introducidas a los suelos ácidos de sabana, como sombrío para el bienestar animal y especie maderable para evitar la presión sobre los bosques, y su comportamiento y producción de forraje se ha observado bajo diferentes arreglos. A pesar de lo anterior, no se ha evaluado suficientemente el efecto de estos sistemas silvopastoriles sobre los parámetros reproductivos y productivos del hato para la producción de carne y leche, ni sobre la competitividad del sistema frente a otras alternativas de producción.

## **Ganadería**

Dada la alta importancia que tiene la altillanura plana para la producción bovina, los esfuerzos desde el inicio de la investigación han estado direccionados al mejoramiento del hato ganadero con manejos integrales de los componentes agrícolas y pecuarios, en busca de mejorar los índices de producción, reproducción y sanidad de las empresas ganaderas y la calidad de la carne y la leche de la región.

Desde la década de los setenta, se han realizado estudios para el mejoramiento de los parámetros de producción y reproducción en hatos de cría, mediante el manejo nutricional, genético y sanitario con lo cual se han logrado disminuciones en la edad de parto de 46 a 34 meses, incrementos de 45 % a 70 % en la natalidad



y reducciones en la edad al sacrificio de 48 a 30 meses, así como disminuciones en la mortalidad de terneros de 12 % a 3 %.

Igualmente, desde la misma época, se introdujeron especies de pastos más productivos y de mejor calidad que las especies presentes en la sabana nativa, lo cual ha permitido aumentar la productividad animal en 20 veces. Estos nuevos pastos pueden incrementar la capacidad de carga porque en las sabanas nativas un bovino requiere de al menos 5 hectáreas para su sostenimiento, en tanto que en las praderas mejoradas de la altillanura se pueden mantener entre uno y dos animales por hectárea, según sea la época seca o lluviosa.

El efecto positivo de la asociación gramíneas-leguminosas sobre la productividad animal ha sido demostrado en trabajos desarrollados tanto en el Centro de Investigación La Libertad como en fincas de productores. La producción de carne obtenida en las praderas asociadas de gramínea-leguminosa ha sido entre 80 % y 100 % superior con respecto a la obtenida en praderas de gramínea pura. Bajo un sistema de pastoreo alterno y con niveles adecuados de fertilización, la producción de carne en *Brachiaria decumbens* está alrededor de 330 kg/ha/año, mientras que, cuando se asocia con maní forrajero (*Arachis pintoi*), es aproximadamente de 600 kg/ha/año. El *B. brizantha* ha tenido una productividad animal de 320 kg/ha/año, pero cuando se asocia con leguminosas como kudzú (*Pueraria phaseoloides*) o maní forrajero ha llegado a 560 kg/ha/año.

Dentro del componente del recurso genético animal han sido importantes los avances en la conservación del banco de germoplasma *in vitro* e *in vivo* del bovino sanmartinero, así como la ejecución del plan de fomento de esta raza.

La base de la alimentación de los bovinos es el forraje de pastoreo, lo que lo constituye en la forma más económica para la producción de carne y leche. Las especies de gramíneas que se han entregado, por su buena adaptación y producción de forraje de mejor calidad nutritiva, son el *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria decumbens* cv. Amargo, *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero, *Brachiaria humidicola* cv. Dulce, con contenidos promedios de proteína cruda de 10 %, 9 %, 8 % y 6 %, respectivamente, en condiciones de suelos con menos del 2 % de materia orgánica. En tanto que las leguminosas forrajeras seleccionadas para asociarlas con estas gramíneas son el *Arachis pintoi* cv. Maní forrajero, *Pueraria phaseoloides* cv. Kudzú, *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque y *Stylosanthes capitata* cv. Capica (Corporación... 2011a).

En la tabla 8 se visualiza el impacto de la tecnología que se ofrece y los resultados de su aplicación en términos de capacidad de carga, ganancia de peso/animal/día, porcentajes de natalidad, mortalidad, peso al destete, intervalo entre partos, edad al primer parto y edad al destete.



**Tabla 8.** Indicadores técnicos pecuarios en los sistemas de producción bovino carne-cría en la altillanura

Tipo de tecnología	Capacidad de carga (UGG)	Ganancia de peso (g/animal/día)	Natalidad %	Mortalidad %	Peso destete kg	IP (días)	EPP (mes)	Edad destete (mes)	Producción kg/ha/año
Sabana nativa	0,3	250	45	12	140	800	45 <sup>2</sup>	12	27,4
Sabana nativa, pastura mejorada y manejo reproductivo	0,3	300	55	6	155	663	36 <sup>1</sup>	9	32,8
<i>B. decumbens</i>	1,0	400	60	6	165	608	34 <sup>1</sup>	9	146,0
<i>B. decumbens</i> + leguminosa + manejo reproductivo	1,2	500	65	4	180	561	30 <sup>1</sup>	9	219,0
Cultivos, pastos y manejo reproductivo	2,0	600	68	4	190	536	27 <sup>1</sup>	9	438,4
Suplementación estratégica + manejo reproductivo	2,0	650	70	3	200	521	26 <sup>1</sup>	9	474,5

Nota: UGG: 400 kg peso vivo. 1: peso a monta 350 kg; 2: peso a monta 320 kg; IP: intervalo entre partos; EPP: edad al primer parto.

Fuente: Corporación... 2010b



## Sistemas agropastoriles

Debido a la baja fertilidad natural y otras limitaciones edáficas y a la fragilidad de los sistemas de monocultivo, fue necesario desarrollar los sistemas de rotación y asocio de cultivos y pasturas. Para esto se aprovechó la disponibilidad de germoplasma de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sistema a través de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEP) (Toledo y Pizarro, citados por Amézquita et al. 1995).

Entre las especies forrajeras sobresalientes están *Brachiaria decumbens* de gran adaptación a suelos ácidos, *Stylosanthes capitata* (Capica); *Brachiaria dictyoneura* (pasto Llanero), *Arachis pintoii* (Maní forrajero), *Brachiaria brizantha* (pasto Toledo), *Desmodium ovalifolium* (Maquenque), además de materiales introducidos de *Panicum maximum* (Mombasa, Massai y Tanzania) y el híbrido de brachiaria mulato II (Corporación... 2011a; Rivas 2004).

Dentro de las alternativas de uso de los sistemas agropastoriles, se incluyen (Amézquita et al. 1995):

- Establecimiento simultáneo de pasturas mejoradas con cultivos
- Renovación de pasturas degradadas con cultivos anuales
- Rotaciones de pasturas con leguminosas de grano y con cereales
- Uso de leguminosas forrajeras o de grano como abono verde para atenuar o revertir el efecto que el monocultivo continuo ejerce sobre el suelo

La alternativa de establecimiento y recuperación de praderas con cultivos de arroz y maíz ha dado buen resultado por su rusticidad y buen desarrollo en condiciones de alta saturación de aluminio. Este sistema trae beneficios porque se mejora la fertilidad del suelo, incrementa la producción y la calidad del pasto y mejora la rentabilidad del sistema puesto que, con la cosecha del cultivo, se cubre en gran medida los costos de la renovación de la pradera. Gracias a la disponibilidad de mejores pastos, la productividad animal es mayor en un tiempo más corto (Corporación... 2011a; Rivas 2004).

La tecnología generada en recuperación de praderas con base en la labranza vertical, fertilización de acuerdo al análisis de suelo y la introducción de leguminosas forrajeras ha permitido que la disponibilidad de forraje haya

pasado de 800 a 1.500 kg/ha de materia seca y los contenidos de proteína cruda de 6 % a 10 %. Así mismo, los minerales presentes en el tejido vegetal llenan los requerimientos del bovino para su normal desarrollo; como consecuencia de esto se tiene que la carga animal se pueda duplicar al pasar de 1 a 2 animales/ha y la ganancia de peso se incremente en más de tres veces, al pasar de 150 a 550 kg/ha/año (Corporación... 2011a).

## **Sistema agropastoril arroz-pastos**

En 1990 se evaluó la siembra de arroz-pastos como una estrategia para recuperar praderas degradadas provenientes de explotaciones extensivas con pasturas mejoradas de *Brachiaria decumbens* o también para el establecimiento de nuevas pasturas sobre suelos explotados en ganadería con sabanas nativas (Corporación... 2011a).

Esta tecnología incluyó la labranza vertical de los suelos y el mejoramiento de la fertilidad de los mismos, y, de paso, se procuró un establecimiento mucho más racional de los pastos sin pérdidas de suelo por escorrentía y quedó disponible la pastura mejorada para su pastoreo en un tiempo de tres a cuatro meses.

## **Sistema agropastoril maíz-pastos**

En la altillanura plana, la asociación maíz-pastos es una buena alternativa para el establecimiento de praderas en sabana y mejorar aquellas que se encuentran degradadas. De hecho, la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales (Fenalce), recomienda el sistema como alternativa para incrementar la oferta de grano, mediante la mejora de las praderas existentes (Corporación... 2011a; Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas 2010).

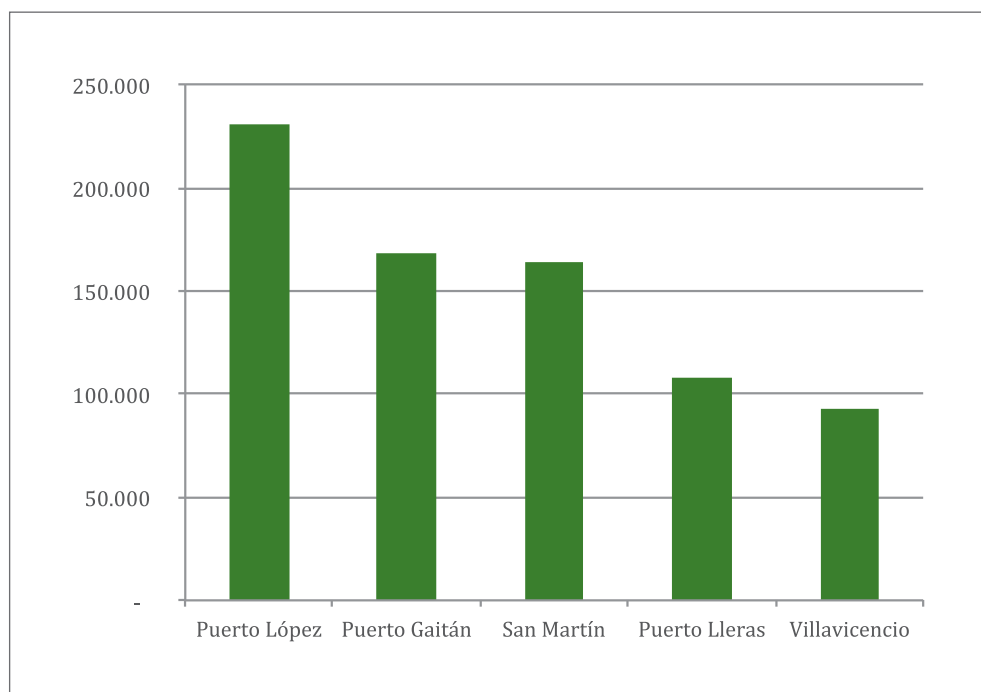
Para el establecimiento de la asociación, se pueden utilizar los híbridos de maíz disponibles en el mercado. Las especies forrajeras que se pueden establecer en estos sistemas son: *Brachiaria brizanta*, cv. Toledo y Marandú, *B. decumbens* y *B. dictyoneura*. En suelos de mejor fertilidad se pueden establecer las variedades de *Panicum maximum*: Tanzania y Mombasa, o el híbrido de *Brachiaria* cv. Mulato II. Para mejorar la calidad del forraje, se puede sembrar las leguminosas Kudzú, Maquenque y Capica (Corporación... 2011a).



## Sistema agropastoril soya-pastos

El establecimiento o recuperación de praderas con el cultivo de la soya Corpoica Taluma 5 es una buena alternativa para obtener praderas bien establecidas con alta producción de forraje en un tiempo de 67 a 72 días y brinda la posibilidad de obtener una alta disponibilidad de biomasa de soya que puede ser conservada en ensilaje para la alimentación de los bovinos, en épocas de baja disponibilidad de forraje en pastoreo (Corporación... 2011a; Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas 2010).

Los municipios del Meta con mayor población bovina son: en primer lugar, Puerto López, con 231.000 animales; y, en segundo, Puerto Gaitán, con 168.250. En el piedemonte llanero, aproximadamente el 75 % de las fincas tienen una extensión entre 5 y 20 hectáreas, lo que conlleva a que la explotación se haya dedicado a varios usos, con lo que se presenta pluralidad de ocupaciones y el predominio de la intención de la explotación ganadera (Gobernación... 2011) (figura 17).



**Figura 17.** Principales municipios del departamento del Meta con población bovina. Año 2011.  
Fuente: Gobernación... 2011

## Inventario bovino

La ganadería del Meta se consolidó como una de las más importantes del país, teniendo en cuenta que fue la zona que destinó mayores áreas para esta actividad. De manera consecuente, la población bovina registró un incremento del 4,3 %, al pasar de 1.470.750 cabezas en 2009 a 1.534.600 cabezas en 2010 y a 1.790.000 cabezas en 2011. En las tablas 9 y 10 se presenta el inventario bovino en la altillanura plana del Meta para los años 2010 y 2011.

Tabla 9. Inventario bovino para el departamento del Meta en la altillanura plana. Año 2010

Municipio	Terneros-as < 1 año	Hembras 1-2 años	Machos 1-2 años	Hembras 2-3 años	Machos 2-3 años	Hembras > 3 años	Machos > 3 años	Total bovinos
Puerto Gaitán	30.708	23.043	12.911	21.209	7.003	63.963	4.663	163.500
Puerto López	41.790	27.891	24.485	19.078	21.443	81.616	7.997	224.300
<b>Total</b>	<b>72.498</b>	<b>50.934</b>	<b>37.396</b>	<b>40.287</b>	<b>28.446</b>	<b>145.579</b>	<b>12.660</b>	<b>387.800</b>

Gobernación... 2011

Tabla 10. Inventario bovino para el departamento del Meta en la altillanura plana. Año 2011

Municipio	Terneros-as < 1 año	Hembras 1-2 años	Machos 1-2 años	Hembras 2-3 años	Machos 2-3 años	Hembras > 3 años	Machos > 3 años	Total bovinos
Puerto Gaitán	31.195	24.615	13.950	19.050	9.005	65.660	4.775	168.250
Puerto López	40.500	31.250	25.450	19.350	21.700	82.750	10.000	231.000
<b>Total</b>	<b>71.695</b>	<b>55.865</b>	<b>39.400</b>	<b>38.400</b>	<b>30.705</b>	<b>148.410</b>	<b>14.775</b>	<b>399.250</b>

Gobernación... 2011



## Sacrificio bovino 2010-2011

En el contexto nacional, en el primer semestre de 2011, Colombia cierra con un significativo crecimiento en el sacrificio nacional. De acuerdo con los reportes de los 200 principales aportantes de la Cuota de Fomento Ganadero y Lechero, a junio de 2011 la faena aumentó en 133.000 cabezas, lo que representa una variación del 8,3 % frente al mismo periodo de 2010. En las tablas 11 y 12 se presentan las cifras del sacrificio de ganado bovino en la ciudad de Villavicencio y en el municipio de Puerto Gaitán en los años de 2010 y 2011. Vale la pena anotar que en las estadísticas de estos dos años no se reporta información de Puerto López y se señala que la planta de sacrificio está cerrada.

**Tabla 11.** Sacrificio bovino en el municipio de Villavicencio en comparación con municipios de la altillanura plana. Año 2010

Municipio	Promedio de sacrificio diario	Promedio de sacrificio mensual	Promedio de sacrificio anual
Friogán Villavicencio	217	6.500	78.000
Puerto Gaitán	30	900	10.800
<b>Total</b>	<b>247</b>	<b>7.400</b>	<b>88.800</b>

Fuente: Gobernación... 2011

**Tabla 12.** Sacrificio bovino en el municipio de Villavicencio en comparación con municipios de la altillanura plana. Año 2011

Municipio	Promedio de sacrificio diario	Promedio de sacrificio mensual	Promedio de sacrificio anual
Friogán Villavicencio	250	7.500	90.000
Puerto Gaitán	40	1.200	14.400
<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>8.700</b>	<b>104.400</b>

Fuente: Gobernación... 2011

## Infraestructura pecuaria

Desde siempre, la zona se ha caracterizado por ser una región ganadera, con explotaciones extensivas y generalmente dedicadas a la ganadería de cría. Según las cifras de la Secretaría de Agricultura del Meta, para el año 2010, Puerto López contaba con 224.300 cabezas de ganado bovino, el cual está ubicado en 735 predios; mientras que Puerto Gaitán tenía 163.500 cabezas de ganado, en 365 fincas (Espinosa 2010b). En las tablas 13 y 14 se presenta la infraestructura ganadera en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán para los años 2010 y 2011.

Tabla 13. Infraestructura pecuaria en los municipios de la altillanura plana. Año 2010

Municipio	Número de fincas con bovinos				Total fincas con bovinos	Número de mataderos	Recintos feriales	Frecuencia de eventos/año	Número de pasteurizadoras
	1 a 50	51 a 100	101 a 500	501 o más					
Puerto Gaitán	56	58	154	97	365	1	0	0	0
Puerto López	173	118	322	157	770	1	1	25	0
<b>Total</b>	<b>229</b>	<b>176</b>	<b>476</b>	<b>254</b>	<b>1.135</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>0</b>

Fuente: Gobernación... 2011



**Tabla 14.** Infraestructura pecuaria en los municipios de la altillanura plana. Año 2011

Municipio	Número de fincas con bovinos				Total fincas con bovinos	Número de mataderos	Recintos feriales	Frecuencia de eventos/año	Número de pasteurizadoras
	1 a 50	51 a 100	101 a 500	501 o más					
Puerto Gaitán	72	64	159	95	390	1	0	0	0
Puerto López	162	118	338	132	750	1	1	25	0
<b>Total</b>	<b>234</b>	<b>182</b>	<b>497</b>	<b>227</b>	<b>1.140</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>0</b>

Fuente: Gobernación... 2011



## Capítulo III

# Evolución de los costos de producción y precios de los sistemas representativos

### Costos de producción

Se definen como costos de producción los desembolsos periódicos para adquirir servicios o insumos durante el ciclo productivo y que preferiblemente deben ser recuperados en el mismo ejercicio (Álvarez 2001). Estos costos harán parte de los indicadores cuantitativos que permitirán realizar el seguimiento y definir el impacto de los productos del convenio que serán entregados en 2015. Para este fin, se tomaron estructuras para arroz, soya, maíz, ganadería en sabana nativa, ganadería en sabana mejorada, caña, caucho y palma, los cuales son los sistemas de producción más representativos de la zona de estudio. Los costos se desagregaron por rubros, con el fin de calcular el peso de cada actividad sobre el costo total de producción. Adicionalmente, se mencionan los precios de referencia.

### Ganadería

La introducción de tecnologías ganaderas y agrícolas, que incluyen la adecuación del suelo para el establecimiento de gramíneas, las prácticas y el manejo de praderas, la introducción y el mejoramiento de razas bovinas y el establecimiento de sistemas silvopastoriles y agropastoriles, ha permitido un cambio en la productividad expresada en términos de la carga animal por hectárea y en la carne producida por año. En la tabla 15, se describen las características generales de los sistemas y sus costos de producción por kilogramo de carne.



**Tabla 15.** Distribución porcentual de los costos totales de producción de 2012 para ganadería en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

<b>Labores e insumos</b>	<b>Sabana nativa</b>	<b>Pastos introducidos</b>	<b>Variación porcentual del costo de producción por kg de carne (%)</b>
<b>Costos directos</b>	<b>Peso porcentual en la estructura (%)</b>	<b>Peso porcentual en la estructura (%)</b>	
1. Arriendo	19,0	24,7	22,9
2. Compra de animales	42,8	49,4	13,3
3. Empleo	20,9	14,5	-44,6
4. Alimentación	6,2	4,3	-44,6
5. Vacunas	0,4	0,3	-32,3
6. Drogas	0,7	0,4	-82,0
7. Maquinaria y herramientas de trabajo	0,7	0,5	-44,6
8. Transporte	8,6	5,3	-62,0
<b>Total costos directos</b>	99,4	99,3	-0,1
<b>Costos indirectos (impuesto Fedegán)</b>	0,6	0,7	13,3
<b>Total costos</b>	100,0	100,0	-15,3
Capacidad de carga animal/hectárea	0,3	1,5	
<b>Total kilogramos producidos al año</b>	<b>27.000</b>	<b>45.000</b>	

Fuente: Elaboración propia

## Ceba en sabana nativa

El análisis, como sistema de ceba en sabana nativa, inicia con la incorporación de 500 hectáreas para la producción o ceba de 150 animales desde 180 kilogramos. Este sistema de ganadería extensiva puede soportar, según las encuestas a productores de la región, cargas de 0,3 animales por hectárea; los animales deben adquirir en 30 meses 270 kilogramos, para ser vendidos con 450 kilogramos, el ejercicio anualmente puede producir 27.000 kilogramos de carne para la venta.

En primer lugar, el rubro de arriendo tiene un peso de 19 % en la estructura, debido a que se requiere una cantidad considerable de tierra para la producción.

La compra de animales tiene un peso de 42,8 %, siendo este el rubro de mayor peso en la estructura.

La mano de obra necesaria para el ciclo completo de producción es de 1,5 trabajadores y, aunado al factor prestacional del 1,6 %, tiene una participación de 20,9 % en la estructura.

La alimentación equivale a un 6,2 %; la sal mineralizada al 8 % es el factor a tener en cuenta, puesto que, por animal, mensualmente se suministran 2,1 kilogramos.

Se deben aplicar cinco dosis de vacunas contra la aftosa y dos dosis de vacunas contra carbón, que participan en un 0,4 % en la estructura. Por otra parte, el costo de la drogas, como antibióticos y vitaminas, y el baño al ganado representan, en conjunto, el 0,7 %.

El rubro de maquinaria y herramientas de trabajo incorpora la dotación a los empleados y la compra de aperos, este se refleja en la estructura de costos en un 0,7 %.

El transporte está dividido en cuatro actividades: movilización del ganado a la finca, representado en 6 viajes de 25 animales; transporte de los insumos de la producción como la sal; el transporte mensual del administrador para actividades inherentes a la producción; y, por último, la movilización del ganado al punto de venta en el matadero que son 11 viajes de 14 animales, este rubro representa un 8,6 % del total de los costos.



Los costos indirectos se componen del impuesto de la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán) y de báscula y, adicionalmente, del valor de la guía sanitaria del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), los cuales tienen una participación del 0,6 %.

## Ceba en pastos introducidos

Debido al mejoramiento de los suelos y las múltiples posibilidades que el productor o ganadero posee para la siembra de mejores gramíneas y leguminosas, se pueden convertir los sistemas extensivos de producción en praderas mejoradas y tecnificadas, que permiten una mayor productividad y rentabilidad del sistema.

Este último se inicia con la incorporación de 100 hectáreas de praderas mejoradas a la producción. La carga por hectárea es de 1,5 animales, lo que conlleva a la compra de 150 cabezas de 180 kilogramos, que durante el periodo de la ceba (año y medio), deberán ganar 270 kilogramos, para ser vendidos de 450 kilogramos; al año, la producción ascenderá a 45.000 kilogramos.

Los costos totales de producción por kilogramo de carne tienen una disminución del 15,3 % con respecto a la sabana nativa. A continuación, se realiza un paralelo de los costos de producción por kilogramo de carne entre la sabana nativa anteriormente descrita y praderas mejoradas:

El arriendo de la tierra por kilogramo tiene un aumento del 22,9 % con respecto a la sabana nativa, esto se debe a las mejoras que ya se han realizado sobre los terrenos, como son: preparación del terreno, siembra de semillas, nutrición, control de plagas y enfermedades y control de malezas. La compra de animales es igual a la sabana nativa, 150 animales de 180 kilogramos.

La reducción en los costos de empleo, alimentación, vacunas, drogas, maquinaria y herramientas de trabajo, normalmente están asociadas con el manejo adecuado de los bovinos en praderas de mayor producción y calidad forrajera. Un adecuado sistema de pastoreo debe estar relacionado con las características morfológicas y fisiológicas de las plantas e impactar en la nutrición y la salud del animal de manera directa y positiva (Rincón et al. 2010). Adicionalmente, los tiempos de producción son diferentes, la sabana nativa requiere de dos años y medio para completar su ciclo, mientras que en los pastos introducidos se requiere un año y medio.

A continuación, una breve descripción de cada uno de los principales ítems de costos de la ceba en pastos introducidos.

- Empleo. Se requiere el mismo número de empleados que en la sabana nativa; sin embargo, la duración del ciclo productivo es inferior a ese sistema, se reduce en un 44,6 %.
- Alimentación. Disminuye para los pastos introducidos, debido a que las dosis de sal mineralizada y suplementos se suministran al ganado en menor escala de tiempo.
- Vacunas y drogas. El número de dosis aplicadas de vacunas contra la aftosa y carbón en la sabana nativa son de cinco y dos, respectivamente; igualmente, para el sistema de pastos introducidos disminuye la aplicación de drogas.
- Maquinaria y herramientas. El cálculo se realiza para año y medio y se reduce en un 44,6 %, con respecto a la sabana nativa.
- En el rubro de transporte, la movilización del ganado hacia la finca y luego para la venta, no tienen variación de un sistema a otro, sin embargo, la periodicidad cambia. Hay que considerar que el transporte de la sal mineralizada disminuye, al igual que los viajes mensuales del administrador, por lo tanto, se reduce en un 61,9 %. Los costos de Fedegán, báscula e ICA se mantienen de un sistema a otro, sin embargo, el costo depende del número de animales vendidos.

La introducción de especies forrajeras para la alimentación bovina, representa un incremento en la carga animal al pasar de manejar 0,3 animales a 1,5 animales por hectárea. La producción anual de kilogramos de carne aumenta en los pastos introducidos en un 66 %.





## Cultivos transitorios

Los suelos de la altillanura tienen un nivel bajo de fertilidad y carencias de nutrientes para el desarrollo agrícola (Rincón et al. 2010). El ejercicio de la adecuación de los suelos es fundamental para la agricultura, por consiguiente, se deben incluir prácticas de labranza, correctivos y enmiendas. El costo inicial de los correctivos de acidez es diferido en todas las estructuras de costos de las especies que integran los sistemas evaluados (soya, maíz, arroz) por periodos de cuatro años, tiempo en que, según los resultados de los análisis de suelos, se debe realizar la preparación e incorporación de correctivos nuevamente.

### Soya

La soya es una de las especies que se utiliza como colonizadora en los lotes que se introducen a agricultura en la altillanura. En la tabla 16, se observan los costos por rubros frente a su peso porcentual en la estructura total de costos de producción por hectárea.

**Tabla 16.** Distribución porcentual de los costos totales de producción por hectárea en 2012, para soya en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

Labores e insumos	Soya
Costos directos	Porcentaje en el costo por ha (%)
1. Preparación de terreno	8,1
2. Siembra	16,6
3. Nutrición	25,4
4. Manejo de plagas y enfermedades	16,6
5. Manejo de malezas	7,4
6. Cosecha y postcosecha	6,6
7. Comercialización y servicios de apoyo	13,4
<b>Total costos directos</b>	<b>94,0</b>
<b>Costos indirectos</b>	<b>6,0</b>
<b>Total costos</b>	<b>100</b>
Rendimiento promedio por hectárea, expresado en toneladas	2,7

Fuente: Elaboración propia

Descripción de cada uno de los principales ítems de la estructura de costos para soya:

- Siembra. Corresponde al uso de maquinaria para la siembra directa, insumos como semilla y mano de obra; equivale al 16,6 % de los costos totales.
- Nutrición. Incluye los costos de fertilización del cultivo, insumos como: superfosfato triple, sulfato de magnesio, cloruro de potasio, boro y zinc, y mano de obra para la aplicación; equivale al 25,4 % de los costos totales.
- Manejo de plagas y enfermedades. Equivale al 16,6 % de los costos por hectárea, corresponde a la aplicación de insecticidas para el control de hormiga y fungicidas para el control de la roya.
- Manejo de malezas. Este rubro incluye, la mano de obra e insumos para la aplicación de herbicidas pre y postemergentes; equivale al 7,4 % del total de los costos.
- Cosecha. Los costos para la recolección a granel y mano de obra son del 6,6 % por hectárea.
- Comercialización y servicios de apoyo. En este rubro se incorpora el valor de transporte de la cosecha por tonelada y el secado, que se realiza con el fin de extraer la humedad del grano; equivale al 13,4 % del total de costos.
- El rendimiento promedio alcanzado por la soya es de 2,7 t/ha.





## Arroz

El manejo agronómico en términos de labranza, aplicación de correctivos y enmiendas del cultivo de arroz es similar a los cultivos de soya y maíz (tabla 17).

**Tabla 17.** Distribución porcentual de los costos totales de producción de 2012 por hectárea, para arroz en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

Labores e insumos	Arroz
Costos directos	Porcentaje en el costo por ha (%)
1. Preparación de terreno	7,5
2. Siembra	12,0
3. Nutrición	28,6
4. Manejo de plagas y enfermedades	12,5
5. Manejo de malezas	7,5
6. Cosecha y postcosecha	6,0
7. Comercialización y servicios de apoyo	20,5
<b>Total costos directos</b>	<b>94,5</b>
<b>Costos indirectos</b>	<b>5,5</b>
<b>Total costos</b>	<b>100,0</b>
Rendimiento promedio por hectárea, expresado en toneladas	3,5

Fuente: Elaboración propia

A continuación una breve descripción de cada uno de los principales ítems de costos del arroz.

- Siembra. El uso de maquinaria para la siembra, la mano de obra e insumos como la semilla de arroz, tienen costos que representan el 12,0% en los costos totales.
- Nutrición. Es el rubro más exigente de la estructura con un 28,6% del costo total, esto se deriva de los altos costos de insumos como el fosfato diamónico y el cloruro de potasio, adicionalmente, se aplica el sulfato de magnesio, nitrato de potasio, boro, zinc, cobre y otros elementos menores, el costo se complementa con la mano de obra en la aplicación.
- Manejo de plagas y enfermedades. La mano de obra para la aplicación de insecticidas y fungicidas y la compra de insumos tienen una participación del 12,5%.

- Manejo de malezas. Los herbicidas y la mano de obra para su aplicación en pre y postemergencia tienen un peso en la estructura de costos de 7,5 %.
- Cosecha. La recolección a granel y mano de obra, tienen una participación en los costos totales del 6 %.
- Comercialización y servicios de apoyo. Este rubro corresponde al valor de transporte de la cosecha y el secado del grano, y tiene una participación del 20,5 % en la estructura.
- El rendimiento promedio alcanzado es de 3,5 t/ha.

## Maíz

El cultivo de maíz es exigente en mayor proporción nutricional a los dos anteriores, por lo tanto, sin ser excluyente, no suele ser utilizado como colonizador, el manejo agronómico en términos de labranza, aplicación de correctivos y enmiendas del cultivo son las mismas de los cultivos de soya y arroz (tabla 18).

**Tabla 18.** Distribución porcentual de los costos totales de producción por hectárea, en 2012, para maíz en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

Labores e insumos	Maíz
Costos directos	Porcentaje en el costo por ha (%)
1. Preparación de terreno	6,8
2. Siembra y establecimiento	18,1
3. Nutrición	29,8
4. Manejo de plagas y enfermedades	4,6
5. Manejo de malezas	6,9
6. Cosecha y postcosecha	5,4
7. Comercialización y servicios de apoyo	23,4
<b>Total costos directos</b>	<b>95,0</b>
<b>Costos indirectos</b>	<b>5,0</b>
<b>Total costos</b>	<b>100,0</b>
Rendimiento promedio por hectárea, expresado en toneladas	5,2

Fuente: Elaboración propia



- Siembra. Adicional a la compra de la semilla, la mano de obra y la maquinaria para la siembra se debe tener en cuenta el tratamiento a la semilla contra las plagas, este rubro corresponde al 18,1 % de los costos totales.
- Nutrición. El costo en la nutrición del cultivo tiene una participación del 29,8 %, que corresponde a los costos de los fertilizantes y la mano de obra para su aplicación.
- Manejo de plagas y enfermedades. Representa el 4,6 % de los costos totales de producción y corresponde al valor de compra de los insecticidas y fungicidas y sus costos de aplicación.
- Manejo de malezas. La mano de obra en la aplicación mecánica de herbicidas como atrazina y glifosato, corresponde al 6,9 % de los costos totales.
- Cosecha. La recolección a granel y mano de obra, participa en los costos totales en un 5,4 %.
- Comercialización y servicios de apoyo. Este rubro se caracteriza por el valor de transporte de la cosecha y el secado del grano, con un peso de 23,4 %.
- El rendimiento promedio alcanzado es de 5,2 t/ha.

## Caucho

El doctor Jaime Triana Restrepo (q. e. p. d), quien fuera director del Centro de Investigación La Libertad de Corpoica, en la presentación de investigaciones en el cultivo de caucho en la Orinoquía y norte Amazónico elaborado, por el doctor Alfonso Martínez (2006), mencionaba:

En la Orinoquía colombiana existen las condiciones favorables para promover desarrollos tecnológicos en caucho, debido a que la distribución monomodal de lluvias, seguida de un verano prolongado de más de tres meses, favorecen el desarrollo radicular. Igualmente, la generación por parte de entidades estatales y particulares de materiales de soya, sorgo y arroz adaptados a suelos ácidos, facilitan el desarrollo de sistemas agroforestales con el caucho.

Consecuente al concepto anterior, el cultivo de caucho se ha venido incorporando a pasos agigantados dentro de los sistemas predominantes en la altillanura colombiana y, a la vez, es sujeto de procesos de investigación como monocultivo o cultivo asociado.

A continuación, se describen los costos de producción desde el establecimiento del cultivo de caucho hasta el sexto año donde se desarrolla la primera sangría; a partir de ahí, se repiten los costos del quinto año aunados a la mano de obra del sangrador, hasta el año 30 que es la edad productiva aproximada del cultivo; la aplicación de correctivos de acidez se debe realizar cada siete años dependiendo del estudio de suelos. Esta estructura se basa en resultados de investigación y en la práctica de plantaciones especializadas (tabla 19).

**Tabla 19.** Distribución porcentual de los costos totales de producción del caucho por hectárea, establecimiento y mantenimiento para caucho en la zona de la altillanura plana, 2012

Costos directos e indirectos hasta el sexto año	Establecimiento (%)	1 año peso % en el total	2 año peso % en el total	3 año peso % en el total	4 año peso % en el total	5 año peso % en el total	6 año peso % en el total
1. Compra de plantas	29,4	-	-	-	-	-	-
2. Preparación de terreno cada cuatro años aproximadamente, según estudio de suelos	23,7	-	-	-	-	-	-
3. Siembra y establecimiento	8,8	-	-	-	-	-	-
4. Costos para vestir el árbol, almacenamiento y recolección	-	-	-	-	-	-	23,6
5. Fertilización	0,7	6,6	11,1	7,7	14,8	15,4	1,4
6. Manejo de malezas	0,7	1,5	2,5	1,7	6,7	3,5	0,6
7. Control plagas y enfermedades	0,8	3,5	5,9	4,1	7,8	8,2	0,1
8. Mano de obra sangrador	-	-	-	-	-	-	53,4
9. Mano de obra para el cultivo, sin contar la utilizada en la preparación del terreno	14,0	28,0	33,7	18,7	13,5	14,0	0,8
10. Horas tractor distintas labores	-	33,5	12,5	41,0	16,7	17,4	1,5
11. Transporte insumos	3,9	0,4	0,7	0,5	0,9	0,9	0,4
<b>Total costos directos (1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11)</b>	<b>82,0</b>	<b>73,5</b>	<b>66,3</b>	<b>73,7</b>	<b>60,3</b>	<b>59,3</b>	<b>81,8</b>
12. Costos indirectos	18,0 %	26,5 %	33,7 %	26,3 %	39,7 %	40,7 %	18,2 %

Fuente: Elaboración propia



A continuación, se hace una descripción de cada uno de los principales ítems de costos del caucho.

- Compra de plantas. Para la siembra en una superficie de una hectárea, se deben comprar 570 plantas, que deben ser sembradas a una distancia de 7 metros por 2,5 metros.
- Preparación del terreno. Debido a los problemas de acidez y compactación de los suelos, se realiza la enmienda correspondiente aproximadamente cada siete años dependiendo del estudio de suelos, con insumos como la cal dolomítica y roca fosfórica.
- Siembra y establecimiento. Esta actividad se contrata a todo costo para el transporte al lote de las plantas, estaquillar, ahoyar y sembrar.
- Costos para vestir el árbol. A partir del sexto año, cuando el árbol está lo suficientemente maduro para sangrar y tenga una altura de 1,2 metros con un perímetro de 45 centímetros, se debe incurrir en costos de vasijas, alambre, lengüetas, canecas, baldes y cuchillas; adicionalmente, se construyen las enramadas, esto se conoce como vestir el árbol.
- Fertilización. Corresponde a la aplicación de insumos como: superfosfato triple, urea, KCl y elementos menores, se realiza a partir del establecimiento del cultivo.
- Manejo de malezas. Como la fertilización, esta actividad se ejecuta desde el establecimiento del cultivo para la aplicación de herbicidas como el paraquat y glifosato.
- Control de plagas y enfermedades. Esta actividad se inicia desde el establecimiento del cultivo, con la aplicación de insecticidas y fungicidas.
- Mano de obra sangrador. Esta actividad es la más relevante en la estructura de costos. A partir del sexto año, se contrata un sangrador para cuatro hectáreas, esta actividad representa más del 50 % de los costos.
- Mano de obra para el cultivo. Con el fin de realizar el mantenimiento del cultivo, se deben contratar jornales, que, al inicio de la actividad, es decir en el establecimiento, pueden llegar a 31 por hectárea. Sin embargo, esta actividad disminuye a medida que el cultivo adquiere madurez.
- Horas tractor. Se contrata por horas y se utiliza para varias actividades del desarrollo y mantenimiento del cultivo.
- Transporte insumos. Es debido al costo de transporte en que se incurre al llevar a los lotes insumos como correctivos de acidez, fertilizantes, insecticidas, fungicidas, etc.

Los rendimientos definidos desde el año 6 al año 30 se presentan en la tabla 20.

**Tabla 20.** Rendimientos por hectárea en 2012 para caucho en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

Periodo	t/ha
Año 6	0,4
Año 7	0,7
Año 8	0,9
Año 9	1,2
Año 10	1,5
Año 11 al 30	1,7

Fuente: Elaboración propia

El Certificado de Incentivo Forestal (CIF) es un reconocimiento que el Estado colombiano hace a los productores por sus externalidades ambientales positivas que tiene el establecimiento de especies arbóreas, como el caucho. Consiste en un incentivo a los costos de establecimiento y mantenimiento de una plantación forestal hasta el quinto año. Según la Resolución 0384 de 2012, el incentivo por árbol plantado es de \$2.124.

## Caña de azúcar

Las diferencias agroclimáticas con las zonas que han sido habituales para la siembra de caña en Colombia, hacen de este cultivo un reto para los productores en la altillanura colombiana. Actualmente, se están haciendo presentes grandes emprendimientos privados de experimentación y producción con puesta en marcha de una planta de producción de etanol y cogeneración de energía eléctrica por parte de Bioenergy. Otros protagonistas de estos emprendimientos productivos son los ingenios de Riopaila y Castilla con grandes extensiones cultivadas.

El ingeniero Edgar Bolaños, reconocido experto en el cultivo de caña en la altillanura colombiana, durante varios años de trabajo, recopiló la información necesaria para la construcción de una estructura de costos detallada del cultivo mencionado anteriormente (tabla 21), esta será tomada como referencia en



la elaboración de la línea de base. Por otra parte, se debe hacer referencia a que no fue posible que los productores de la zona facilitaran las estructuras que manejan dentro de sus cultivos, pues estos registros son de carácter confidencial.

**Tabla 21.** Distribución porcentual de los costos totales de producción de la caña de azúcar por hectárea, establecimiento y mantenimiento en la zona de estudio de la altillanura plana, 2012

Labores e insumos	Caña	
	Establecimiento (%)	Mantenimiento (%)
1. Adecuación del terreno	1,2	-
2. Preparación de suelos	5,4	-
3. Correctivos de suelo	17,3	7,8
4. Siembra de la caña	13,5	-
5. Fertilización	17,0	30,2
6. Control de malezas	3,3	4,2
7. Control de plagas y enfermedades	3,9	5,2
8. Transporte	4,1	2,9
9. Cosecha CAT	23,1	36,5
10. Manejo y control de cultivo	0,8	1,4
11. Total costos directos (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10)	89,7	88,2
12. Costos indirectos	10,3	11,8
13. Total costos de producción	100	100
Rendimiento t/ha	95	95

Fuente: Bolaños 2010

- Adecuación del terreno. Esta actividad incorpora el levantamiento topográfico, diseño de planos y tala y extracción de arbustos; corresponde al 1,2 % en la estructura de costos y en soca no se realiza esta actividad.
- Preparación de suelos. Se refiere a la mecanización de los trabajos a realizar como los pases de rastra y cincel.
- Correctivos de suelo. Consta de la mano de obra e insumos de correctivos de acidez, cal dolomítica, roca fosfórica y yeso; su peso en el costo es del 5,4 % en establecimiento y 7,8 % en soca.
- Siembra de la caña. Incluye el valor de la semilla (10 t), corte, alce y transporte al sitio de siembra y corresponde al 13,5 %.
- Fertilización. Aplicación y compra de insumos como DAP, KCl, urea y  $MgSO_4$ ; representa el 17 % del costo en el establecimiento y 30,2 % en la soca.
- Control de malezas. Aplicación con tractor de control de malezas, herbicidas y glifosato y mantenimiento de callejones; su peso en la estructura de establecimiento es del 3,3 % y 4,2 % para soca.

Las áreas sembradas de caña han ido aumentando en los últimos años. Este emprendimiento, es realizado por Bioenergy que no comercializa la soca de caña, pues una parte es utilizada como semilla y, la otra, en la producción de energía. Otros, como Riopaila y Castilla, no hacen comercialización debido a lo preliminar de los cultivos. Actualmente, no se cuenta con precios de referencia a nivel regional.

## Palma de aceite

La palma de aceite es una planta que se desarrolla por debajo de los 500 msnm, la introducción a América Latina se atribuye a los comerciantes de esclavos, que utilizaban su fruto como alimento; actualmente, mediante procesos de agroindustria, se extrae el aceite que sirve de insumo para alimentos de consumo humano, concentrados para animales, jabones, margarinas, etc., y, en los últimos años, se ha venido incorporando como biocombustible (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2013).

La siguiente estructura de costos es construida por el MADR para los Llanos Orientales, para un ciclo productivo de 25 años, con aplicación a grandes productores (más de 200 hectáreas). Con el fin de optimizar el ejercicio, se adaptan y actualizan los costos para la altillanura colombiana, teniendo en cuenta que las enmiendas, transporte y mano de obra, entre otros, son diferentes a los de piedemonte (tabla 22).



- Compra de plantas. La densidad de siembra aproximada es de 139 plantas por hectárea; este rubro, aunado a la preparación del terreno y siembra, suman el 54,3 % de la estructura en establecimiento del cultivo.
- El mantenimiento del cultivo se convierte en el rubro más importante en la vida de este a partir del segundo año y hasta su finalización, se tiene en cuenta la mano de obra para las limpiezas (química y mecánica), fertilizaciones, protección contra incendios, mantenimiento de caminos y otros.
- Fertilización. Comprende los fertilizantes utilizados en el proceso como los foliares y edáficos.

**Tabla 22.** Distribución porcentual de los costos totales de producción de la palma de aceite, por hectárea, establecimiento y mantenimiento en la zona de estudio de la altillanura plana. 2012

Costos directos e indirectos hasta el quinto año	Establecimiento (%)	Año 2 (%)	Año 3 (%)	Año 4 (%)	Año 5 (%)
1. Compra de plantas	26,2	-	-	-	-
2. Preparación de terreno cada cuatro años aproximadamente, según estudio de suelos	23,2	-	-	-	-
3. Siembra	4,9	-	-	-	-
4. Mantenimiento cultivo	8,3	36,3	38,2	27,4	24,9
5. Fertilización	9,4	22,1	17,6	23,4	26,5
6. Manejo de malezas	0,2	0,6	0,0	0,6	1,6
7. Control plagas y enfermedades	0,7	1,9	0,9	1,0	0,7
8. Horas tractor distintas labores	8,2	13,6	12,6	12,0	9,3
9. Transporte	4,5	2,5	2,3	2,2	1,7
10. Cosecha	-	-	5,8	11,1	14,6
11. Total costos directos (1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11)	81,1	74,4	75,1	75,5	77,4
12. Costos indirectos	18,9	25,6	24,9	24,5	22,6

Fuente: Elaboración propia

- Manejo de malezas y control de plagas y enfermedades. Corresponde a los herbicidas aplicados (un litro de glifosato por hectárea) y a los insecticidas y coadyuvantes necesarios para el control y la erradicación.
- Tractor. Se contrata por horas y se utiliza para varias actividades del desarrollo y mantenimiento del cultivo.
- Transporte insumos. Es debido al costo de transporte en que se incurre al llevar a los lotes los insumos para controles, fertilizaciones, correctivos, etc.
- Cosecha. A partir del tercer año inicia la producción, por lo cual se requiere de cosechadores, a medida que el cultivo avance o crezca, esta actividad debe ser más eficiente. En la tabla 23, se presentan los rendimientos alcanzados en corozo.

**Tabla 23.** Rendimientos por hectárea en 2012 para palma en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

Periodo	t/ha
Año 3	2,3
Año 4	4,9
Año 5	8,2

Fuente: Agronet 2010

## Pino (*Pinus caribaea*)

Tomando como base el año 2012, en los anteriores cuatro años, los Llanos Orientales han aportado al crecimiento en área forestal unas 35.000 hectáreas y se espera llegar a los 150.000 en los tres años siguientes (El futuro de la Orinoquia, 2012). Un óptimo uso de tecnificación, la luminosidad, los actuales costos de la tierra, la pavimentación de la vía Puerto López a Puerto Gaitán, hacen de la zona un importante foco de desarrollo forestal.

Las especies más comunes de siembra son el *Pinus caribaea* (pino) y la acacia, este último se profundizará en un siguiente estudio.

El *Pinus caribaea* (pino) es una especie de crecimiento rápido, puede ser utilizado como leña tanto para uso industrial como en casa. Este pino es una buena fuente de pulpa de madera. Las plantaciones a los 15 años son ideales para la producción



de pulpa. La madera de plantaciones tiene una densidad media de 410 kg/m. Se puede utilizar para aplicaciones de encofrado, temporales y de embalaje, la facilidad de ajuste y de clavado y su resistencia a la rajadura, la hacen útil para el torneado, juguetes, piezas de fundición y de otros artículos de novedad (tabla 24).

**Tabla 24.** Distribución porcentual de los costos totales de producción por hectárea, establecimiento y mantenimiento en 2012, para pino en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

Costos directos e indirectos hasta el quinto año	Establecimiento (%)	Año 1 (%)	Año 2 (%)	Año 3 (%)	Año 4 (%)	Año 5 (%)
1. Insumos	24,9	19,8	19,8	19,8	7,9	6,5
2. Maquinaria y equipos	21,6	14,3	14,3	14,3	23,5	19,3
3. Mano de obra	25,5	24,8	24,8	24,78	11,1	24,3
4. Transporte	6,5	13,5	13,5	13,5	22,3	18,2
<b>Total costos directos (1 + 2 + 3 + 4)</b>	<b>78,4</b>	<b>72,4</b>	<b>72,4</b>	<b>72,4</b>	<b>64,8</b>	<b>68,3</b>
<b>Total costos indirectos (1 + 2 + 3 + 4)</b>	<b>21,6</b>	<b>27,6</b>	<b>27,6</b>	<b>27,6</b>	<b>35,2</b>	<b>31,7</b>

Fuente: Elaboración propia

- Insumos. Para el establecimiento del cultivo, se deben tener en cuenta los insumos referentes a la preparación del terreno como correctivos de acidez y fertilizantes; en cuanto al mantenimiento y durante la vida del cultivo, se aplican insecticidas y fungicidas. Como insumo para la siembra, se necesitan las plántulas que han sido generadas previamente en vivero o compradas en el mercado, esta se realiza en cuadro con distancia entre plantas de 3,16 m x 3,16 m, para sembrar en promedio 1.111 plántulas por hectárea.
- Maquinaria y equipos. Se refiere a la maquinaria utilizada para los pases de rastra, cincel y el encalado de la preparación del terreno; adicionalmente, la compra o alquiler del tubo sierra y motosierra.
- Mano de obra. Este rubro incorpora los jornales y actividades del establecimiento y mantenimiento del cultivo, se desarrollan actividades de toma de muestras para el análisis de suelos, adecuación del terreno, trazado, ahoyado, siembra, fertilización, resiembra, plateo, poda, control de malezas, control de plagas y enfermedades, tumba, descortezado, troceo, recolección del material y control de incendios.

La actividad de entresaca se desarrolla a partir del quinto año, cada cuatro años. En la tabla 25 se visualizan los estimados de producción, con los precios a 2012.

**Tabla 25.** Rendimiento y precios aproximados para pino en la zona de estudio de la altillanura plana del Meta

Actividad	Medida	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Entresaca 1	m <sup>3</sup>	53	80.000	4.240.000
Entresaca 2	m <sup>3</sup>	99	80.000	7.920.000
Entresaca 3	m <sup>3</sup>	124	80.000	9.920.000
Entresaca 4	m <sup>3</sup>	224	80.000	17.920.000

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26 describe los valores autorizados por el MADR, según resolución 0384 del 31 de octubre de 2012, como incentivo al establecimiento y mantenimiento del cultivo.

**Tabla 26.** Valores actualizados para establecimiento y mantenimiento del cultivo de pino

Pino	Valor promedio nacional de los costos totales netos (ha) en (\$)	Incentivo %	Valor a pagar (\$)
Establecimiento	1.896.500	50	948.250
<b>Mantenimiento</b>			
Año 2	485.878	50	242.939
Año 3	476.139	50	238.070
Año 4	228.527	50	114.263
Año 5	286.979	50	143.490

Fuente: Colombia 2012



## Evolución de los precios

El comportamiento de los precios se debe a múltiples factores, entre otros, los comportamientos de los mercados como consecuencia de variaciones de la oferta (sobreproducción o escasez) y la demanda (gustos, preferencias, ingresos, etc.), políticas nacionales e internacionales de importaciones y exportaciones, subsidios, entre otros; en la tabla 27, se presentan la evolución y el comportamiento de los precios entre 2008 y 2012.

En esta sección, se registra la evolución de los precios para los principales sistemas de producción de la altillanura y objeto de esta línea de base-transitorios (soya, maíz y arroz), ganadería y pasturas, forestales, caucho, caña de azúcar y palma.

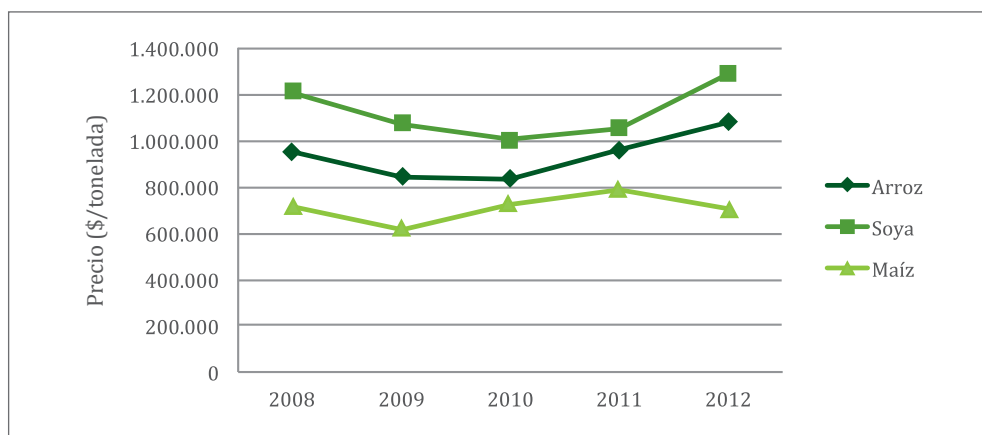
Tabla 27. Comportamiento de precios de soya, maíz y arroz en Villavicencio. 2008-2012

Año/especie	2008	2009	2010	2011	2012
Arroz (1)	947.761	837.633	832.352	961.115	1.077.669
Soya (2)	1.206.471	1.071.354	1.001.912	1.054.526	1.289.000
Maíz (3)	718.748	614.479	721.712	783.551	706.033

Fuente: (1) Federación Nacional de Arroceros 2013; (2, 3) BNA 2012

En la figura 18, se observa un comportamiento similar, entre 2008 y 2009, de los tres productos, con un repunte entre 2009 y 2011, sin embargo, el precio del maíz presenta una ligera tendencia a la baja, mientras los otros dos productos mantienen una tendencia al alza de precios para 2012.





**Figura 18.** Evolución de precios de soya, maíz y arroz en Villavicencio. 2008-2012.

Fuente: (1) Federación Nacional de Arroceros 2013; (2, 3) BNA 2012

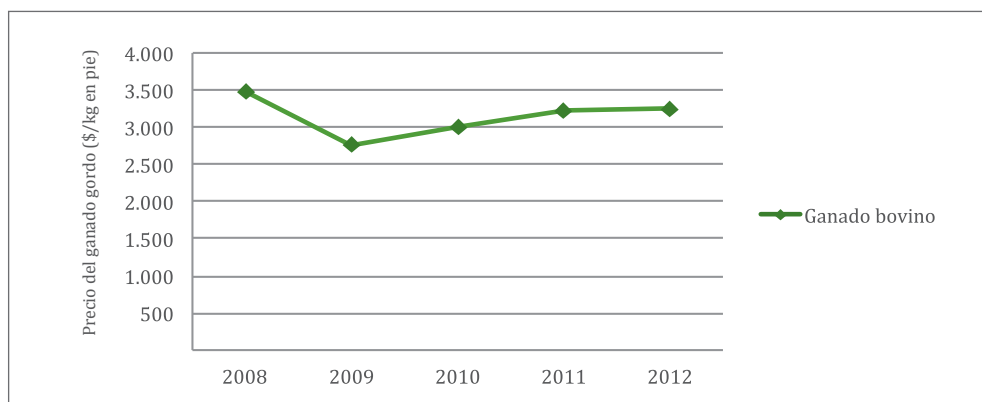
## Precios del ganado

Los precios del ganado gordo en Villavicencio son presentados en la tabla 28 y su evolución en la figura 19.

**Tabla 28.** Precios de ganado gordo en Villavicencio, Frigoriente

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Precio \$/kg	3.484	2.744	3.004	3.239	3.240

Fuente: Federación Colombiana de Ganaderos 2013



**Figura 19.** Evolución de los precios de ganado gordo en Villavicencio, Frigoriente.

Fuente: Federación Colombiana de Ganaderos 2013



## Precio del caucho

El precio nacional de referencia para el caucho en 2012 se presenta en la tabla 29.

Tabla 29. Precio de referencia nacional, para caucho en 2012

Precio referencia (US\$/kg)	
Latex	2,7
Seco	3,7

Fuente: La República 2012

## Precio de palma para aceite crudo y almendra

El precio nacional de referencia del aceite y la almendra de palma se presentan en la tabla 30.

Tabla 30. Precio de referencia nacional de aceite y almendra de palma, primer semestre 2013

Precio referencia (\$/kg)	
Aceite palma crudo	1.822
Almendra de palma	611

Fuente: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2013



## Capítulo IV

# Caracterización de los productores y sus sistemas de producción

En la siguiente sección se presenta una descripción de los productores y de los principales sistemas de producción agropecuarios que actualmente se desarrollan en la altillanura plana del Meta.

### Caracterización de los productores

La caracterización de los productores de la altillanura plana del Meta y de sus sistemas de producción fue desarrollada con base en un conjunto de encuestas que fueron aplicadas durante los meses de septiembre de 2012 a enero de 2013. En total, fueron realizadas 120 encuestas, en una muestra no probabilística, seleccionando unidades productoras representativas de los principales sistemas de producción agropecuarios de la región. La muestra cubrió la altillanura plana del departamento del Meta, en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán; el área total cierta por la encuestada correspondió a 264.195 hectáreas, de un total de 452.714, las cuales representan el 58,4%. A continuación, se presentan los principales resultados de dichas encuestas.

### Área de las fincas

Mediante la realización de las 120 encuestas se logró cubrir 264.195 hectáreas, lo que permite calcular un área promedio de 2.202 hectáreas por predio; sin embargo, este promedio presenta una gran variabilidad ( $CV=163\%$ ), con valores que van de 17 a 24.000 hectáreas por predio (tabla 31).



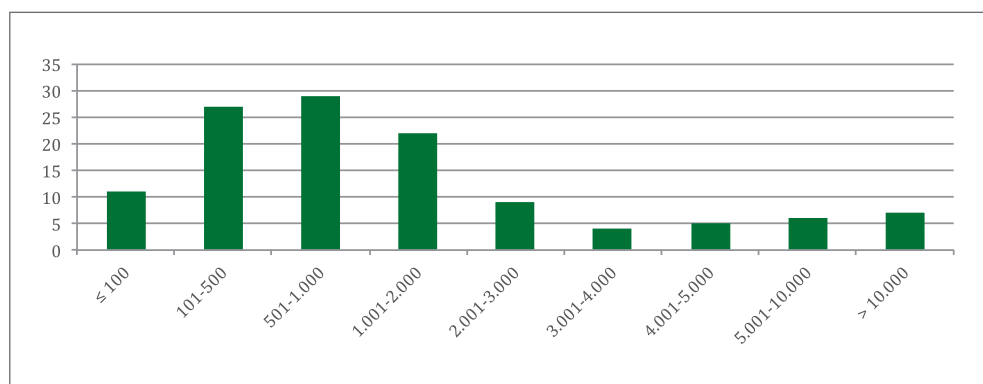
**Tabla 31.** Área encuestada y tamaño promedio de los predios encuestados en la altillanura

Indicador	Valor
Área total estimada (ha)	452.714
Área total encuestada (ha)	264.195
Porción encuestada	58,4%
Área promedio de predio (ha)	2.202
Desviación estándar (ha)	3.593
Coefficiente de variación	163 %
<b>Concentración de la propiedad</b>	
El 10 % de los productores más grandes posee el 50 % del área	
El 50 % de los productores posee el 10 % del área	

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la distribución estadística de las áreas de predio, se observa que la mayoría de las fincas tienen un tamaño de 100 a 2.000 hectáreas y que los predios de menos de 100 hectáreas representan cerca del 10 %.

El análisis combinado del número de predios y sus áreas permite establecer que el 10 % de los predios con mayores áreas representan el 50 % del área total y que el 50 % de los predios con menores áreas representan el 10 % del área. Estos valores sirven para medir el grado de concentración de la propiedad de la tierra en la región (figura 20).



**Figura 20.** Distribución de los predios de la altillanura del Meta por tamaño.

Fuente: Elaboración propia

## Tenencia de la tierra

De acuerdo con los entrevistados, al momento de la encuesta, el 94 % de las fincas es explotado por el mismo propietario y el 5 % mediante contratos de arrendamiento, y que este último es frecuente para la siembra de cultivos transitorios o de ciclo corto como el arroz, el maíz y la soya. En la figura 21 se puede observar la distribución de las formas de tenencia de la tierra en la región de estudio.

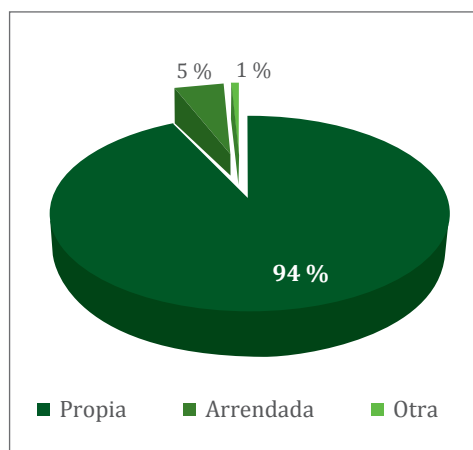


Figura 21. Tenencia de la tierra.

Fuente: Elaboración propia

## Toma de decisiones en el manejo de las fincas

Las encuestas fueron atendidas en el 75 % por administradores y en el 22 % de los casos por propietarios de las fincas; sin embargo, a la pregunta de “¿Quién toma las principales decisiones para el manejo de los sistemas productivos?” un 73 % manifestó que son los propietarios y un 24 % que son los administradores. El 3 % corresponde a técnicos o asistentes (figura 22).

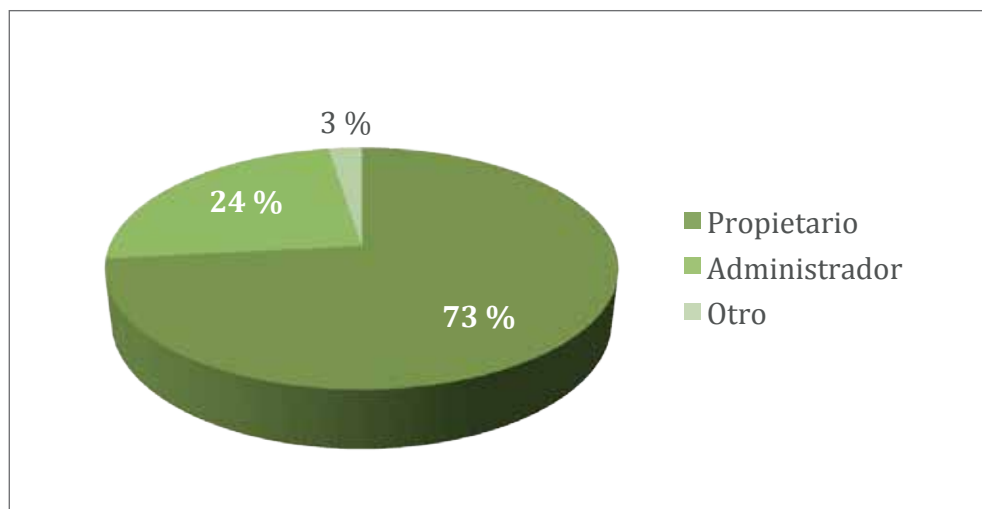


Figura 22. Responsable de la toma de decisiones de manejo de sistemas.

Fuente: Elaboración propia



## Nivel académico de los productores

El nivel de formación académica de los productores de la altillanura es relativamente alto si se tiene en cuenta que el 69% tiene un grado profesional e incluso el 1% estudios de posgrado. El 9% alcanzó el título de bachiller y el 3% tiene estudios técnicos (figura 23).

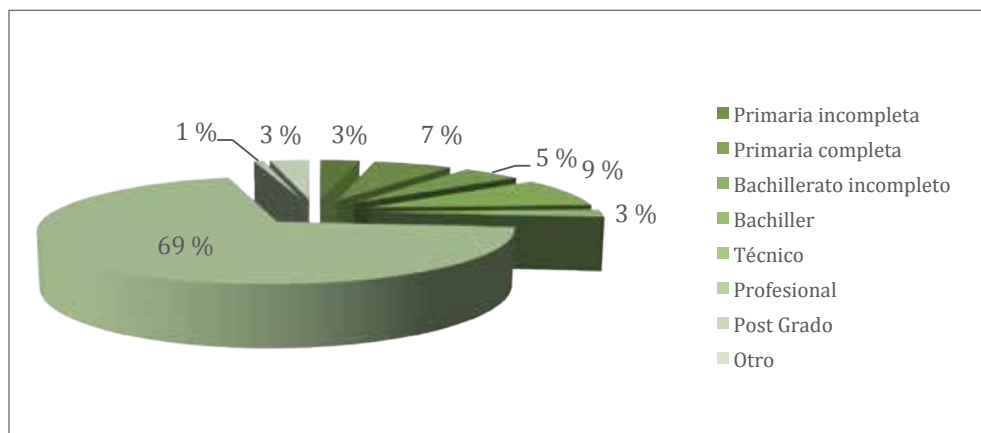


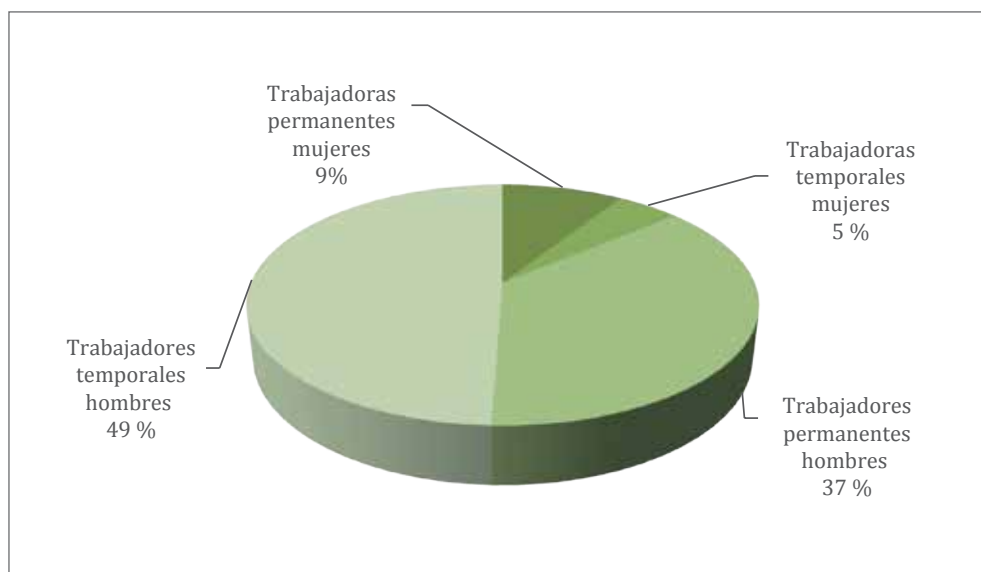
Figura 23. Nivel académico de los productores.

Fuente: Elaboración propia

## Género y vinculación de los trabajadores

En las 120 fincas encuestadas se reportó la vinculación de 3.394 trabajadores, de los cuales el 14% son mujeres y el 86% son hombres. De las mujeres trabajadoras, el 66% son de carácter permanente y el 34% temporales. En el caso de los hombres trabajadores, el 43% son permanentes y el 57% son jornaleros o de vinculación ocasional. A nivel general, independientemente del género, el 46% de los trabajadores son permanentes y el 54% son temporales. En la figura 24 se presenta la distribución de los trabajadores agrícolas por género y tipo de contratación.

Los indicadores muestran cierta estabilidad de los trabajadores en las fincas de la región, al hacer la comparación con el común de las zonas agropecuarias del país; sin embargo, la altillanura no es una gran generadora de empleo si se tiene en cuenta que solo se requiere un trabajador para atender 78 hectáreas y un trabajador permanente para 170 hectáreas.



**Figura 24.** Género y contratación de los trabajadores agrícolas en la altillanura del Meta.  
Fuente: Elaboración propia

## Sistemas actuales de producción

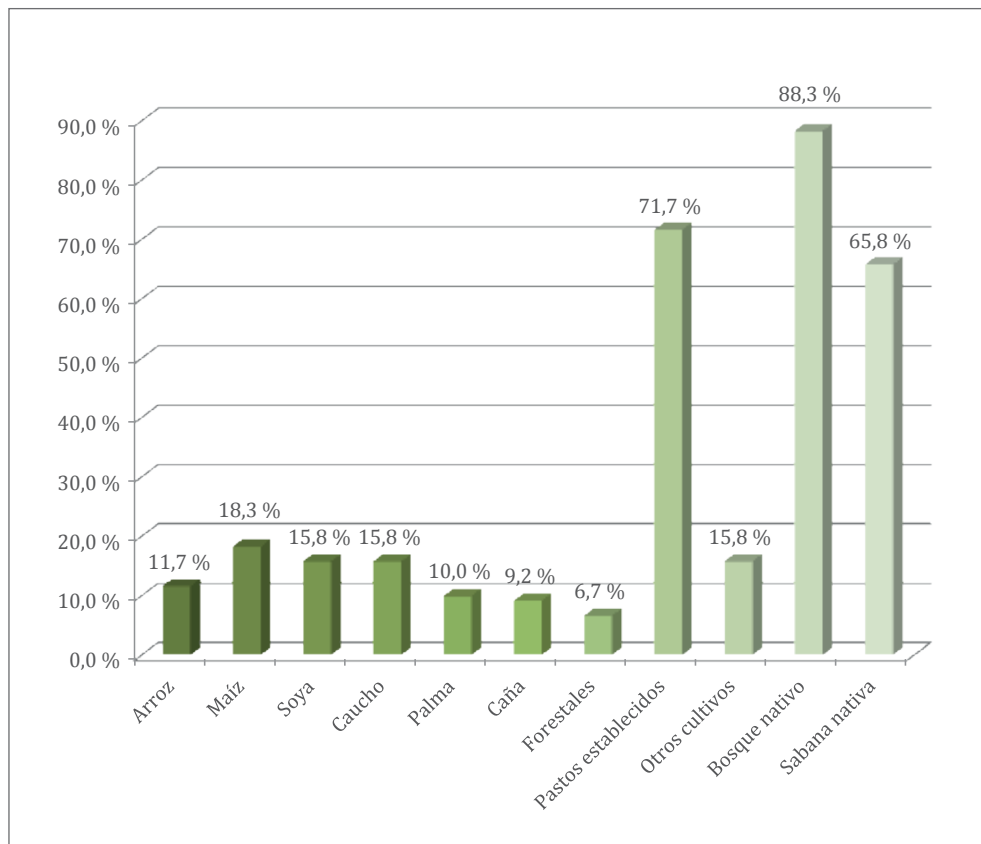
A través de las encuestas se pudo establecer los sistemas presentes actualmente en los diferentes lotes de las fincas y con esto calcular las áreas que se dedican a cada sistema productivo o tipo de uso o manejo.

### Usos de la tierra

En general, el tipo de uso de la tierra más frecuente sigue siendo la sabana nativa, se estima que un 40 % del área todavía se encuentra en forma de pastizales naturales, sin un manejo expreso y en los cuales se pastorea ganado en forma extensiva e ineficiente. En segundo lugar, el 23 % se tiene en praderas en las que se ha introducido pastos y se manejan bovinos de cría y ceba. En tercer término, se conservan bosques nativos, especialmente aquellos de galería en las riberas de los caños o corrientes de agua. Se calcula que el 16 % del área de la altillanura metense conserva este tipo de vegetación. Dentro de los cultivos introducidos, los de carácter permanente ocupan cerca del 9 % del área, los de ciclo corto o transitorios ocupan el 8 % y los forestales apenas el 1 % del área de la altillanura.



En el segundo semestre de 2012, al momento de realizar la encuesta, se encontró que el 88 % de las fincas conserva algún área de bosque nativo, el 66 % conserva áreas de sabana nativa y que el 72 % ha introducido pastos (figura 25).



**Figura 25.** Presencia de cultivos en fincas de la altillanura del Meta, durante el segundo semestre de 2012. Fuente: Elaboración propia

## Tecnologías de producción

En cuanto a las prácticas de manejo de los sistemas productivos se encontró que el 82 % de los productores aplica actualmente correctivos de acidez de suelos, siendo los más frecuentes la cal dolomita, el calfos y la roca fosfórica. Los anteriores, se aplican desde la década de los ochenta, como resultado de los procesos de investigación y transferencia de tecnología de ICA, CIAT y, posteriormente, Corpoica. Para su aplicación, se utilizan máquinas boleadoras y se incorporan con rastra.

## **Principales problemas de la producción regional**

Uno de los resultados más relevantes y de uso inmediato para el Convenio MADR-Corpoica-CIAT es lo que se refiere a la identificación de la problemática de políticas agrícolas, de mercados, de infraestructura y tecnológicos que tienen que enfrentar los agricultores y ganaderos en los diversos sistemas de producción que se presentan en la altillanura. Con este fin, mediante la realización de talleres participativos, se reunieron productores, administradores y asistentes técnicos a quienes se les preguntó su percepción sobre los tres principales problemas en sus respectivos sistemas de producción. Los resultados de esta consulta se presentan a continuación, agrupados por sistema de producción.

### **Cultivos transitorios**

Dentro de los principales problemas de la producción de cultivos transitorios los entrevistados mencionaron los siguientes:

- Baja productividad de los materiales genéticos disponibles
- Poca oferta de semillas adaptadas a la zona
- Poca mano de obra y de baja calificación
- Deficiencia y mal estado de las vías de acceso para el desarrollo de las actividades
- Costo para adecuarse a este tipo de actividad en gran escala por falta de maquinaria y equipos adecuados
- Uso inadecuado de prácticas de preparación de terrenos, lo que genera erosión
- Uso indiscriminado de agroquímicos
- Falta de infraestructura de almacenamiento y procesamiento
- Deficiente transferencia de tecnología
- Altos costos de los insumos
- Mercado e infraestructura deficientes
- Deficiencia en las comunicaciones
- Condiciones climáticas adversas o problemas climatológicos
- Destrucción de los rastrojos y bosques de galería y nichos biológicos de especies animales
- Poca maquinaria en la zona
- Altos costos de la tierra y los arriendos
- Falta de políticas agrarias por parte del Gobierno



## Ganadería

Los ganaderos entrevistados mencionaron como problemas más relevantes los siguientes:

- Alto costo de la mano de obra
- Mano de obra calificada muy escasa
- Desestímulo a la ganadería en la región
- Falta de investigación
- Vías de acceso en mal estado
- Altos costos de los insumos
- La introducción de cultivos provoca desplazamiento de la fauna y pérdida de biodiversidad.

## Caucho

Los cultivadores de caucho entrevistados manifestaron que la problemática está relacionada principalmente con lo siguiente:

- Plagas como los venados y las hormigas
- Altos riesgos e incertidumbre de rentabilidad
- Poca mano de obra y de baja calificación
- Aparición de plagas y enfermedades
- Deficiencia en las comunicaciones
- Deficiencia y mal estado de las vías de acceso para el desarrollo de las actividades

## Palma de aceite

Los productores de palma de aceite entrevistados mencionaron como principales problemas los siguientes:

- Alto costo de la mano de obra (costo afectado por las petroleras)
- Deficiencia de transporte colectivo (transporte de la mano de obra en moto)
- Deficiencia en la prestación de servicios públicos

- Ambiente muy seco para la palma, falta de agua
- Falta de mano de obra calificada (influencia negativa de las petroleras)
- Inestabilidad de la mano de obra
- No hay gestión de envases y recolección
- Distancias muy largas para la entrega de la producción, lo que afecta las ganancias
- Polvo en la carretera que afecta la calidad
- Falta de investigación en palma, sobre todo, en materiales genéticos adaptados
- Vías de acceso en mal estado
- Falta de incentivos del Gobierno, ya que no son reales y no cubren a todos los cultivadores
- Falta de infraestructura, como las plantas de extracción

## Caña de azúcar

En el caso de los cañicultores entrevistados la principal problemática fue la siguiente:

- Falta de material varietal adaptado a la región (falta material para escoger)
- No hay investigación sobre condiciones sanitarias de la caña
- Falta de estudios sobre acondicionamiento del suelo para regular la producción
- Mano de obra calificada muy escasa
- Falta de investigación
- Retraso en la construcción de la planta de etanol
- Desconocimiento o falta de información sobre el cultivo en la región
- Personal sin conocimiento de seguridad industrial
- Problemas con la contratación e incumplimiento de contratistas
- Veranos muy fuertes que afectan la caña
- Presencia de plagas
- Problema de zafra por la disponibilidad de caña
- Dificultad o escasez de maquinaria
- Falta de paquete tecnológico para suelos ácidos



## Forestales

Los productores de especies forestales manifestaron como mayor problemática la siguiente:

- Alto costo de la mano de obra
- Sistema de siembra inadecuado (*stump*)
- Problemas de fuego
- Ataques de enfermedades, como la costra negra y antracnosis
- Falta de mano de obra calificada
- Falta de incentivos del Gobierno, ya que no son reales y no cubren a todos los cultivadores



## Capítulo V

# Impactos ambientales y sociales de los actuales sistemas

La altillanura es una de las regiones más biodiversas del país y tiene ecosistemas de alta fragilidad que se encuentran potencialmente amenazados y sobre los que se tiene poca información. Por lo tanto, para construir una línea de base para el Convenio MADR-Corpoica-CIAT, se ha desarrollado una evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos de los actuales sistemas de producción de cultivos transitorios (maíz, soya y arroz), ganadería, caucho, caña de azúcar, forestales y palma de aceite.

Para realizar dicha evaluación se ha utilizado el método Ambitec desarrollado y usado por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa), el cual permite medir la percepción de una muestra de productores y asesores técnicos de estos rubros en cuanto a los impactos que han ocurrido en la región y que se pueden atribuir a la introducción de los sistemas de producción en la sabana nativa. A continuación, se presenta una síntesis de dicho método y los principales resultados por sistemas de producción.

### El método Ambitec-Agro

Para evaluar los impactos ambientales de los sistemas productivos y su tecnología asociada, se utilizó el método Ambitec-Agro, desarrollado por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Embrapa. A continuación, se describen aspectos generales del sistema y los resultados de su aplicación en sistemas productivos de la altillanura del Meta.



## Aspectos generales del sistema

El Sistema de Evaluación de Impactos Ambientales de Innovaciones Tecnológicas Agropecuarias (Ambitec-Agro) consta de módulos integrados de criterios e indicadores socioambientales (Rodrigues et al. 2002; 2003a; b), dirigidos a los sectores productivos rurales de la agricultura, la producción animal y la agroindustria (Irias et al. 2004a; b).

Está compuesto por un conjunto de hojas de cálculo electrónicas, construidas para evaluar el desempeño ecológico y socioambiental de la adopción de una determinada innovación tecnológica (o implantación de una nueva actividad rural), considerando sus impactos ecológicos, económicos y sociales (Monteiro et al. 2006) (para más detalles sobre la aplicabilidad del sistema Ambitec-Agro, ver Rodrigues et al. 2010).

De acuerdo con la figura 26, se consideran siete aspectos relativos a la contribución de la tecnología para el desarrollo sostenible de la actividad agropecuaria: uso de insumos y recursos; calidad ambiental; efectos al consumidor; empleo; ingreso; salud; y gestión y administración. A su vez, cada uno de estos aspectos está compuesto por un conjunto de criterios, organizados en matrices de ponderación automatizadas, en las cuales se incluyen indicadores, valorados con coeficientes de alteración, de acuerdo con un cuidadoso procedimiento de verificación de las condiciones de campo y del conocimiento personal del productor responsable de la actividad productiva en la finca o predio.

En conjunto con el productor, el equipo de evaluación establece el coeficiente de cambio del indicador, como consecuencia específica de la adopción de la innovación tecnológica (o introducción del sistema productivo) y en las condiciones de manejo particulares en la finca. Los coeficientes de cambio de los indicadores son definidos conforme a los valores presentados en la tabla 32.



**Tabla 32.** Impacto de la actividad rural y coeficiente de cambio a ser incluido en las celdas de las matrices de evaluación de desempeño de la actividad

<b>Impacto de la actividad bajo las condiciones de manejo específicas</b>	<b>Coeficiente de cambio del indicador</b>
Gran aumento en el indicador	+3
Moderado aumento en el indicador	+1
Indicador inalterado	0
Moderada reducción en el indicador	-1
Gran reducción en el indicador	-3

Fuente: Elaboración propia

## **Factores de ponderación**

Los coeficientes de cambio de los indicadores representan el impacto de la actividad de acuerdo con el conocimiento del productor y de la situación particular observada en campo (finca o predio). Las matrices automáticas incluyen, además, dos factores de ponderación que se refieren a la escala de ocurrencia y al peso del indicador para la formación del criterio.

La escala de ocurrencia se refiere al espacio en el cual sucede el impacto de la innovación tecnológica (o actividad rural) en evaluación, según la situación específica de su aplicación en la finca, y puede ser:

- Puntual, cuando el impacto de la tecnología (o actividad rural) en el indicador se restringe al área o recinto en el cual esté ocurriendo el cambio observado.
- Local, cuando el impacto se hace sentir externamente al área, estando, entretanto, confinado a los límites de la unidad productiva o finca.
- En el entorno, cuando el impacto se observa más allá de los límites de la unidad productiva o finca.

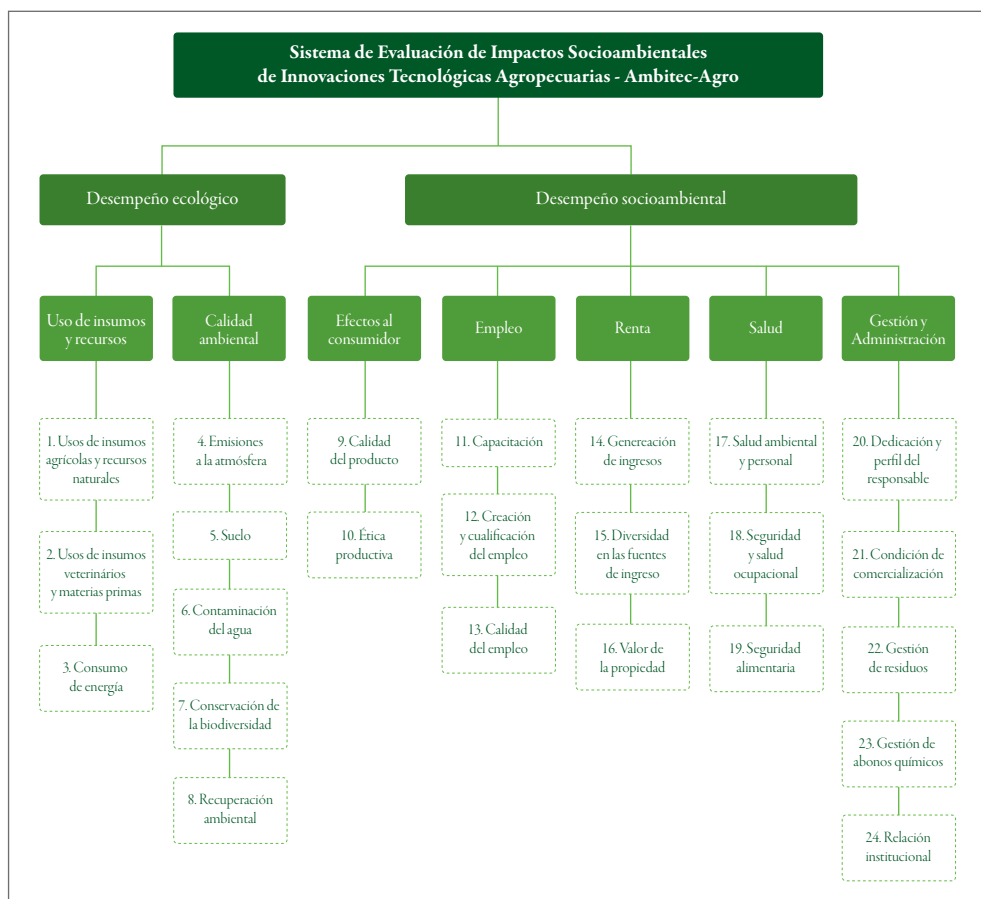


Cada coeficiente de alteración asignado al factor de ponderación de la escala de ocurrencia se multiplica por un valor predeterminado, conforme lo presentado en la tabla 33.

**Tabla 33.** Factor de ponderación multiplicativo, relativo a la escala de ocurrencia del impacto sobre el componente de desempeño de la actividad

Escala de ocurrencia	Factor de ponderación
Puntual: campo de cultivo o recinto	1
Local: finca	2
Entorno: más allá de la finca	5

Fuente: Elaboración propia



**Figura 26.** Dimensiones, criterios e indicadores involucrados en las evaluaciones del Sistema Ambitec-Agro.

Fuente: Elaboración propia

A su vez, las matrices de ponderación incluyen dos particularidades referidas a la interacción entre los indicadores y las observaciones en campo. Primero, tienen una línea para indicar si la innovación tecnológica (o actividad rural) no se aplica en el contexto observado. Esta notificación sirve para diferenciar indicadores que se mantienen inalterados (coeficiente de cambio igual a cero) de acuerdo con la situación específica de evaluación, de aquellos impactos que, por alguna razón, no tienen influencia de la tecnología (o actividad) evaluada.

Una segunda particularidad de algunas matrices es la restricción de la escala de ocurrencia solamente al ámbito puntual. Esto se da cuando la interacción de la tecnología (o actividad) con el indicador tiene influencia tan solo en el área donde esta se realiza, sin alcance externo. En ese caso, el factor de escala de ocurrencia se valora igual a cinco.

Un segundo factor de ponderación incluido en las matrices de evaluación de impacto es el peso del indicador para la formación del criterio de desempeño ambiental de la tecnología (o actividad). Los valores de estos pesos pueden ser alterados por el usuario del sistema, para representar mejor las situaciones específicas de la evaluación, en las cuales se pretenda enfatizar alguno de los indicadores. Igual que en la escala de ocurrencia, el peso del indicador debe ser modificado a cero, cuando este no se aplique. Entretanto, en todos los casos en que los pesos de los indicadores sean alterados, se debe redistribuir los pesos entre los demás factores para que la suma total en el criterio sea igual a la unidad (+/-1, para indicadores de tendencia positiva o negativa, respectivamente).

El procedimiento para la evaluación del desempeño socioambiental de la innovación tecnológica (o actividad) involucra una inspección de campo o entrevista, conducida por el usuario del sistema y aplicada al productor o responsable por la finca. Esta inspección debe estar orientada a la obtención del coeficiente de cambio de cada uno de los indicadores de desempeño como consecuencia de la adopción tecnológica o implantación de la actividad rural, en la situación específica observada, como vigente en la finca.

La inserción de estos coeficientes de cambio del indicador directamente en las matrices y en las hojas de cálculo siguientes, correspondientes a las dimensiones “Desempeño ecológico” y “Desempeño socio-ambiental”, resultan en la expresión automática del índice de impacto, ponderado por los factores de escala de ocurrencia y peso del indicador en el criterio.



Asimismo, los criterios son considerados en forma conjunta para la composición del Índice de Desempeño Ambiental de la Tecnología. La elaboración de este índice implica una nueva ponderación sobre la importancia de los criterios en la conformación del impacto en el caso específico en observación, siendo posible que los pesos relativos a los criterios sean cambiados por el usuario del sistema, siempre que el total sea igual a la unidad (1).

## Consideraciones finales

El Sistema Ambitec-Agro se compone de dos dimensiones de desempeño de una tecnología o actividad rural, considerando siete aspectos de caracterización del impacto, que se expresan en 24 criterios y 125 indicadores. Cada indicador es evaluado en una inspección de campo o entrevista, conducida por el usuario del sistema junto al productor o responsable de la finca, donde se ha adoptado la innovación tecnológica bajo investigación. Por medio de esta inspección o entrevista se definen los coeficientes de cambio de los indicadores debido a la influencia directa de la innovación tecnológica o actividad rural. Este coeficiente de cambio es ponderado según la escala de ocurrencia y el peso del indicador para formar el criterio de impacto y los resultados de las evaluaciones se representan gráficamente. Finalmente, estos resultados son ordenados por el peso de los criterios y sumados para componer el índice de desempeño ambiental de la innovación tecnológica o sistema de producción introducido.

El sistema Ambitec-Agro tiene por objetivo proveer una base de indicadores de desempeño ambiental, de evaluación sencilla y rápida, y, de esta forma, preparar a los productores para la utilización de sistemas de gestión ambiental y tecnológica en sus fincas, que probablemente les permita tramitar certificaciones ecológicas y la inserción diferenciada en el mercado.



## Impactos ambientales y socioeconómicos

Para evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos de los actuales sistemas de producción en uso en la altillanura colombiana, comparados con la situación anterior (sistemas tradicionales o sabana nativa), se seleccionó una muestra aleatoria de 60 productores (propietarios o administradores) o asistentes técnicos. En la tabla 34 se presentan las muestras de encuestados de Ambitec, por sistema de producción según los niveles responsabilidad.

Tabla 34. Encuestas por sistemas de producción y nivel de responsabilidad

Sistema de producción	Propietarios	Administradores	Asistentes técnicos	Total
Cultivos transitorios	4	1	5	10
Ganadería	9	5	2	16
Caña de azúcar	-	8	2	10
Caucho	2	1	5	8
Forestales	4	1	-	5
Palma de aceite	6	5	-	11
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>60</b>

Fuente: Elaboración propia

La colecta de datos ha sido obtenida de dos maneras: vía paneles o talleres (transitorios, caucho y ganadería) o entrevista directa en la finca (forestales, palma y caña de azúcar). En los casos de paneles, el evento incluía una charla sobre un tema de interés de los productores y asistentes técnicos y un levantamiento de datos sobre los costos actuales de producción.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre el nivel de impacto de los actuales sistemas de producción más comunes en la altillanura colombiana, presentados en tres grupos de indicadores: ambientales, socioeconómicos y de gestión.

### Cultivos transitorios

Para evaluar los impactos en los cultivos transitorios de la altillanura (soya, maíz y arroz, por lo general) han sido entrevistadas diez personas, incluidos asistentes técnicos, administradores y propietarios. Los promedios de las opiniones de cada uno de los encuestados y por tipo se presentan en la tabla 35.



**Tabla 35.** Índices actuales de impacto, por criterio ambiental y socioeconómico y por encuestado, de los cultivos transitorios en la altillanura

<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Pesos</b>	<b>Asistente</b>	<b>Asistente</b>	<b>Asistente</b>
Uso de insumos agrícolas y recursos	<b>0,100</b>	-5,75	-11,50	-8,00
Uso de insumos veterinarios y materias primas	<b>0,000</b>	0,00	0,00	0,00
Consumo de energía	<b>0,050</b>	-4,50	-7,00	-5,00
Emisiones a la atmósfera	<b>0,025</b>	0,00	-2,00	1,00
Suelo	<b>0,050</b>	-3,75	-5,00	-7,50
Contaminación del agua	<b>0,050</b>	-1,25	0,50	-1,50
Conservación de la biodiversidad	<b>0,050</b>	2,00	-5,00	3,80
Recuperación ambiental	<b>0,050</b>	0,40	3,40	4,20
Calidad del producto	<b>0,050</b>	7,50	5,00	0,00
Ética productiva	<b>0,000</b>	0,00	0,00	0,00
Capacitación	<b>0,050</b>	12,50	7,50	2,00
Creación y cualificación del empleo	<b>0,050</b>	2,10	0,55	-0,10
Calidad del empleo	<b>0,050</b>	12,00	6,50	4,25
Generación de ingresos	<b>0,050</b>	15,00	2,50	2,50
Diversidad en las fuentes de ingreso	<b>0,025</b>	7,50	1,25	3,00
Valor de la propiedad	<b>0,025</b>	6,50	2,50	1,50
Salud ambiental y personal	<b>0,025</b>	-0,80	-1,80	-0,60
Seguridad y salud ocupacional	<b>0,025</b>	0,00	-2,00	2,50
Seguridad alimentaria	<b>0,050</b>	0,00	-0,20	0,20
Dedicación y perfil del responsable	<b>0,050</b>	7,50	4,25	1,25
Condición de comercialización	<b>0,050</b>	0,00	3,00	-1,50
Gestión de residuos	<b>0,050</b>	0,00	0,50	-1,50
Gestión de productos químicos	<b>0,050</b>	0,00	5,00	1,00
Relación institucional	<b>0,025</b>	0,00	1,00	-1,50
<b>Verificación de la ponderación</b>	<b>1,000</b>	<b>3,250</b>	<b>-0,101</b>	<b>-0,548</b>

Fuente: Elaboración propia

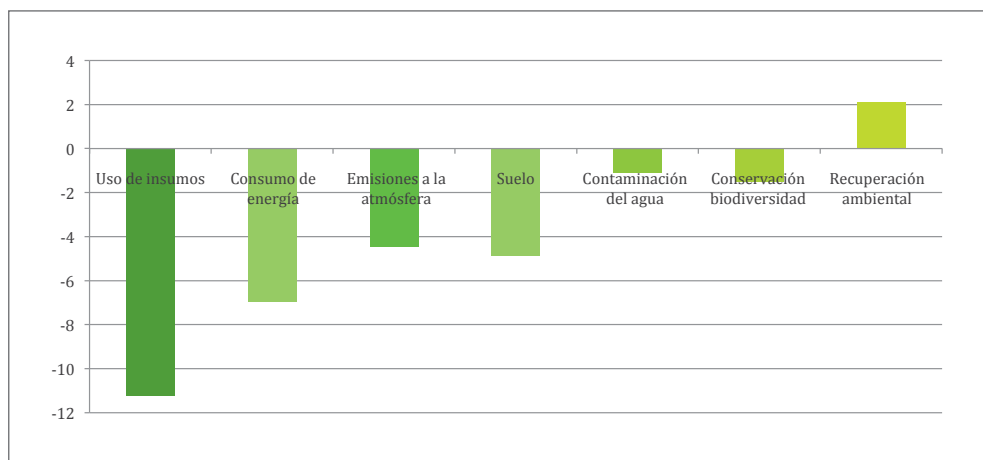
Asistente	Asistente	Productor	Productor	Productor	Productor	Administrador	Promedio (10)
-15,00	-15,00	-14,00	-14,00	-15,00	-14,00	0,00	-11,23
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-7,00	-4,50	-7,50	-7,50	-4,50	-8,00	-14,00	-6,95
-15,00	-9,00	-2,90	1,50	-9,00	-9,00	-0,40	-4,48
2,50	-3,75	-2,50	-5,00	-3,75	-5,00	-15,00	-4,88
-3,00	-1,00	-2,50	-0,50	-1,00	-1,00	0,00	-1,13
-8,40	-5,00	-1,00	-5,00	-5,00	9,00	-0,60	-1,52
3,40	1,20	1,00	3,40	1,20	3,40	-0,40	2,12
8,75	10,00	5,00	5,00	10,00	7,50	7,50	6,63
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	8,50	3,50	4,50	8,50	5,00	15,00	6,75
0,00	1,10	0,40	0,55	1,10	1,30	2,05	0,91
-4,00	7,50	4,25	4,25	7,50	9,50	12,00	6,38
-5,00	12,50	2,50	2,50	12,50	5,00	15,00	6,50
-4,50	1,75	2,00	2,00	1,75	1,25	0,00	1,60
5,50	7,00	10,50	10,50	7,00	11,50	8,25	7,08
-1,80	-1,20	-0,60	-0,60	-1,20	-1,80	1,80	-0,86
-4,75	-4,00	0,75	2,75	-4,00	-10,50	-4,50	-2,38
1,00	2,40	-0,20	-0,20	2,40	3,00	3,00	1,14
8,50	7,25	4,25	4,25	7,25	10,00	10,50	6,50
3,00	7,25	4,50	2,25	7,25	2,25	-7,50	2,05
1,25	0,50	0,50	0,50	0,50	3,50	-15,00	-0,93
8,75	8,00	5,00	5,00	8,00	8,75	4,50	5,40
-0,50	2,50	1,00	1,00	2,50	4,50	-6,00	0,45
<b>-1,514</b>	<b>1,024</b>	<b>-0,271</b>	<b>-0,271</b>	<b>1,024</b>	<b>1,209</b>	<b>0,830</b>	<b>0,463</b>



El índice de impacto ambiental de los cultivos transitorios, tomando todo el conjunto de indicadores, fue relativamente bajo, pero positivo (0,46). Para un análisis más detallado, se presentan a continuación los resultados desagregados.

## Impactos ambientales

Los impactos ambientales fueron evaluados según la percepción de los entrevistados en términos de uso de insumos agrícolas y recursos, consumo de energía, emisiones a la atmósfera, suelo, contaminación del agua, conservación de la biodiversidad y recuperación ambiental. La figura 27 presenta el promedio de las opiniones de los encuestados.



**Figura 27.** Índices de impactos ambientales de los cultivos transitorios.

Fuente: Elaboración propia

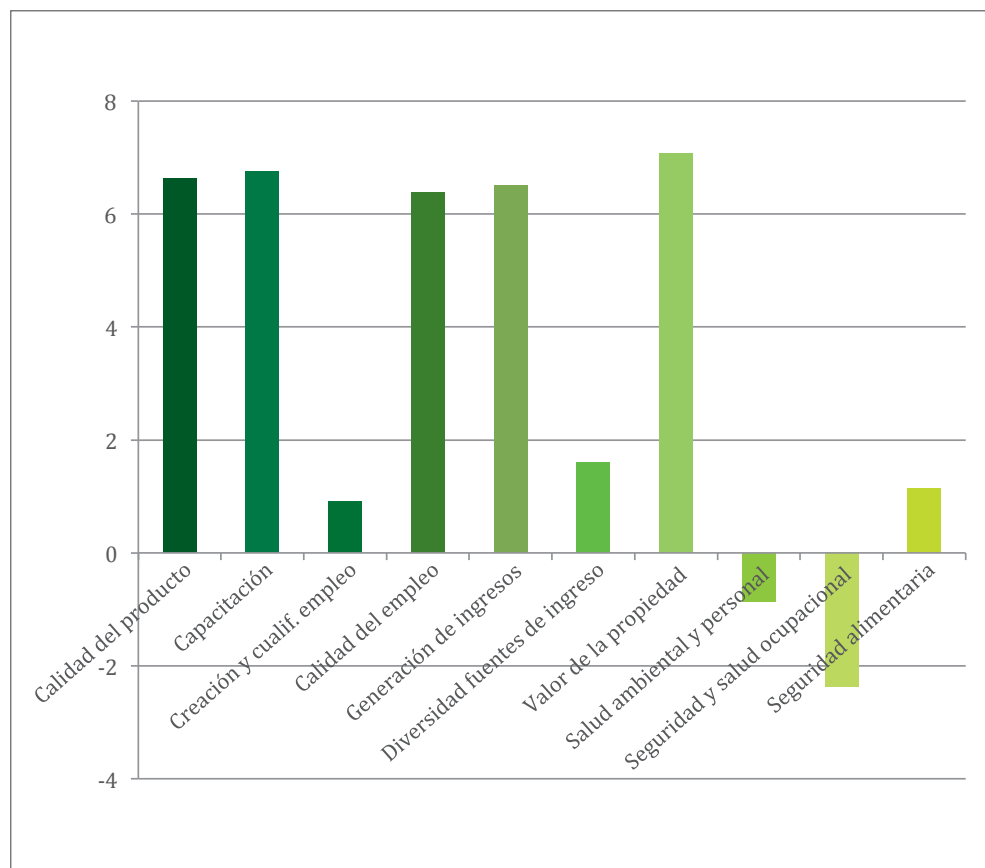
Los resultados indican que, según los encuestados, los impactos ambientales de los sistemas de producción de cultivos transitorios, para la mayoría de los indicadores de Ambitec, son negativos.

La figura 27 muestra un fuerte impacto negativo en el uso de insumos, consumo de energía y suelo, lo que era esperado dado que estos sistemas reemplazaron sistemas tradicionales con poco uso de insumos o la sabana nativa. Los nuevos sistemas de producción de soya, maíz y arroz usan más abonos, plaguicidas, entre otros, y, como son mecanizados, implican un mayor consumo de energía.

Por otro lado, los participantes de la encuesta reconocen que hubo una pequeña mejoría en la recuperación de suelos y de ambientes degradados.

## Impactos socioeconómicos

En términos socioeconómicos, los resultados fueron, por lo general, positivos, como lo muestra la figura 28.



**Figura 28.** Índices de impactos socioeconómicos de los cultivos transitorios.

Fuente: Elaboración propia

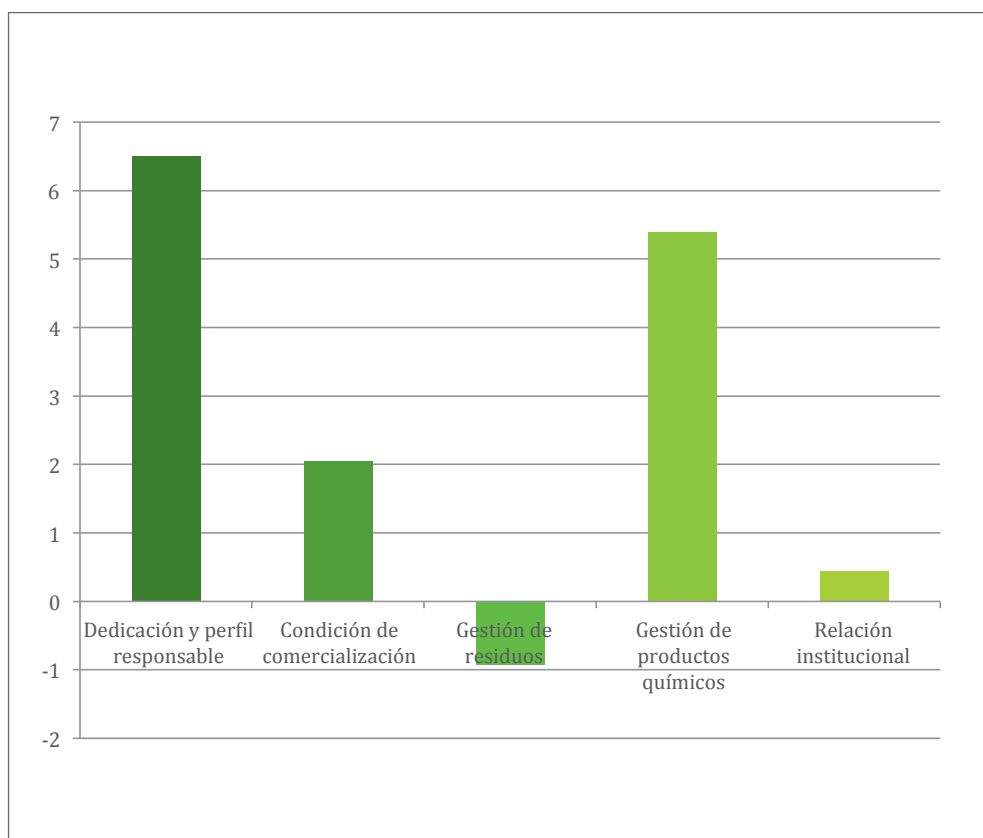
Los encuestados destacaron más los impactos ocurridos en la calidad de los productos, la capacitación del personal, creación y calidad del empleo y el valor de las fincas. Por otra parte, se indicó como impacto negativo lo que se refiere a la salud ambiental y personal y la seguridad y salud ocupacional. En este último caso, los impactos indicados son pequeños pero importantes de resaltar, dado que involucran indicadores que miden la emisión de contaminantes de la atmósfera y del agua y la generación de focos de molestias y enfermedades, lo que es una alerta para el futuro.



## Impactos en la gestión

Este grupo de indicadores trata de la gestión y administración de las fincas en donde están los cultivos transitorios-dedicación y perfil del responsable, condición de comercialización, gestión de residuos, gestión de productos químicos y relación institucional.

La figura 29 indica un fuerte impacto positivo en la finca en sí misma, con un índice de más de seis puntos en la dedicación y el perfil del responsable, lo que incluye capacitación, planeación, registros contables, etc. La gestión de residuos presenta un valor negativo y es consistente con el resultado de la sección anterior en donde se indicó que hay impactos negativos en términos de salud del personal, ambiental y ocupacional.



**Figura 29.** Índices de impactos en la gestión de los cultivos transitorios.

Fuente: Elaboración propia

## Cultivo de caucho

Los impactos ambientales de los nuevos sistemas de producción en el cultivo de caucho han sido positivos, de acuerdo al índice agregado obtenido con el uso del Ambitec, 1,67. Este índice es superior a aquel obtenido para cultivos transitorios presentados en la sección anterior. Sobre estos impactos han opinado ocho personas: cinco asistentes técnicos y tres productores conforme se presenta en la tabla 36.

Con el fin de analizar más en detalle dichos impactos, a continuación se presentan los resultados desagregados.





**Tabla 36.** Índices actuales de impacto, por criterio ambiental y socioeconómico y por encuestado, del cultivo de caucho en la altillanura.

<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Pesos</b>	<b>Asistente</b>	<b>Asistente</b>	<b>Asistente</b>
Uso de insumos agrícolas y recursos	0,100	-8,00	-12,00	-5,00
Uso de insumos veterinarios y materias primas	0,000	0,00	0,00	0,00
Consumo de energía	0,050	-4,00	-12,00	-1,50
Emisiones a la atmósfera	0,025	2,00	5,50	-2,50
Suelo	0,050	15,00	12,50	11,25
Contaminación del agua	0,050	-2,75	-1,00	-2,00
Conservación de la biodiversidad	0,050	2,00	-4,00	11,40
Recuperación ambiental	0,050	1,60	0,00	0,00
Calidad del producto	0,050	1,25	0,00	0,00
Ética productiva	0,000	0,00	0,00	0,00
Capacitación	0,050	3,00	8,00	11,50
Creación y cualificación del empleo	0,050	7,75	3,00	0,60
Calidad del empleo	0,050	2,25	-1,00	2,25
Generación de ingresos	0,050	5,00	1,25	0,00
Diversidad en las fuentes de ingreso	0,025	0,00	0,00	3,50
Valor de la propiedad	0,025	7,50	15,00	5,75
Salud ambiental y personal	0,025	-2,00	-2,00	0,00
Seguridad y salud ocupacional	0,075	-2,50	-4,75	0,00
Seguridad alimentaria	0,000	0,00	0,00	0,00
Dedicación y perfil del responsable	0,050	9,75	12,75	11,25
Condición de comercialización	0,050	3,75	3,75	3,75
Gestión de residuos	0,050	2,00	2,00	2,00
Gestión de productos químicos	0,050	15,00	15,00	15,00
Relación institucional	0,025	6,00	6,00	6,00
<b>Verificación de la ponderación</b>	<b>1,00</b>	<b>1,47</b>	<b>0,04</b>	<b>2,19</b>

Fuente: Elaboración propia

Asistente	Asistente	Productor	Gerente	Productor	Promedio (8)	Asesores (5)	Productor (3)
-12,75	-7,00	-5,50	-11,50	-10,00	-8,97	-8,95	-9,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-12,50	-7,00	-9,50	-6,00	-12,50	-8,13	-7,40	-9,33
5,50	6,00	0,00	-8,50	5,50	1,69	3,30	-1,00
3,75	12,50	-1,25	-15,00	10,00	6,09	11,00	-2,08
3,00	-3,25	0,00	0,00	-5,00	-1,38	-1,20	-1,67
-1,30	12,00	1,00	8,40	9,80	4,91	4,02	6,40
0,40	4,40	0,00	2,40	5,40	1,78	1,28	2,60
2,50	0,00	0,00	8,75	-2,50	1,25	0,75	2,08
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9,50	9,50	2,50	1,00	7,50	6,56	8,30	3,67
0,85	9,25	0,05	7,00	10,75	4,91	4,29	5,93
12,00	5,25	9,75	7,50	10,50	6,06	4,15	9,25
0,00	5,00	0,00	12,50	7,50	3,91	2,25	6,67
0,00	0,00	5,00	10,50	2,25	2,66	0,70	5,92
8,50	10,00	4,25	12,00	10,50	9,19	9,35	8,92
-0,60	-2,00	-0,80	0,00	0,80	-0,83	-1,32	0,00
-5,50	-5,50	-2,50	-2,00	-3,50	-3,28	-3,65	-2,67
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12,75	12,75	8,50	12,75	15,00	11,94	11,85	12,08
3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,13	3,75
2,00	2,00	1,50	2,00	2,00	1,94	1,67	1,83
15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	12,50	15,00
6,00	6,00	4,00	6,00	6,00	5,75	5,00	5,33
<b>0,40</b>	<b>2,65</b>	<b>1,38</b>	<b>2,57</b>	<b>2,64</b>	<b>1,67</b>	<b>1,13</b>	<b>2,20</b>



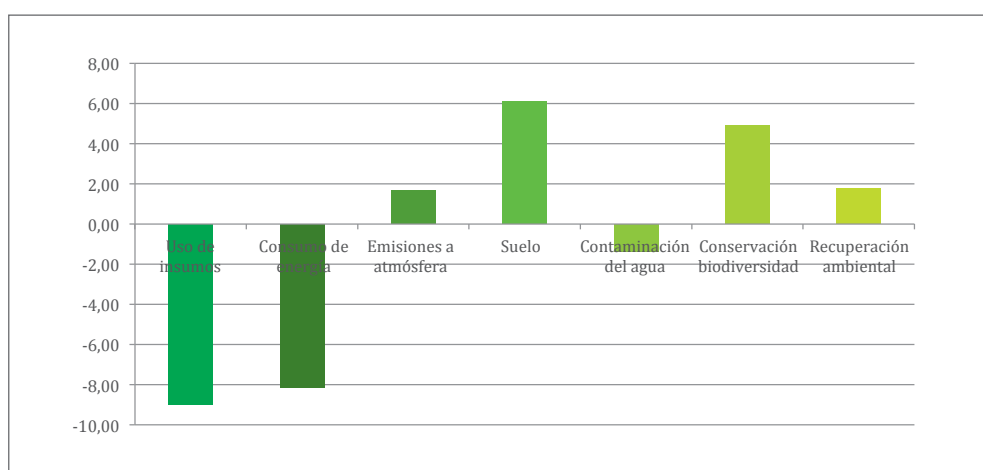
## Impactos ambientales

De la misma manera que para cultivos transitorios, los impactos ambientales fueron evaluados en términos de uso de insumos agrícolas y recursos, consumo de energía, emisiones a la atmósfera, suelo, contaminación del agua, conservación de la biodiversidad y recuperación ambiental. La figura 30 presenta el promedio de las opiniones de los encuestados.

En el cultivo de caucho, según la percepción de los encuestados, los impactos ambientales de nuevos sistemas de producción son positivos, considerando el conjunto de los indicadores de Ambitec.

Con el cultivo de caucho hay un incremento del uso de insumos y en el consumo de energía, lo que implica la obtención de índices parciales negativos. Por lo tanto, los resultados son consistentes con el ocurrido en la región de la altillanura. Comparativamente con los cultivos transitorios, el impacto negativo en el cultivo de caucho es más pequeño (-8,9 frente a -14,2).

A nivel ambiental cabe destacar que los encuestados perciben que los impactos han sido positivos en suelo, biodiversidad y emisiones a la atmósfera. Dichos resultados contrastan con los de cultivos transitorios en donde estos indicadores presentaron índices negativos. Este resultado positivo para el caucho era de cierta manera esperado por tratarse de un cultivo permanente.



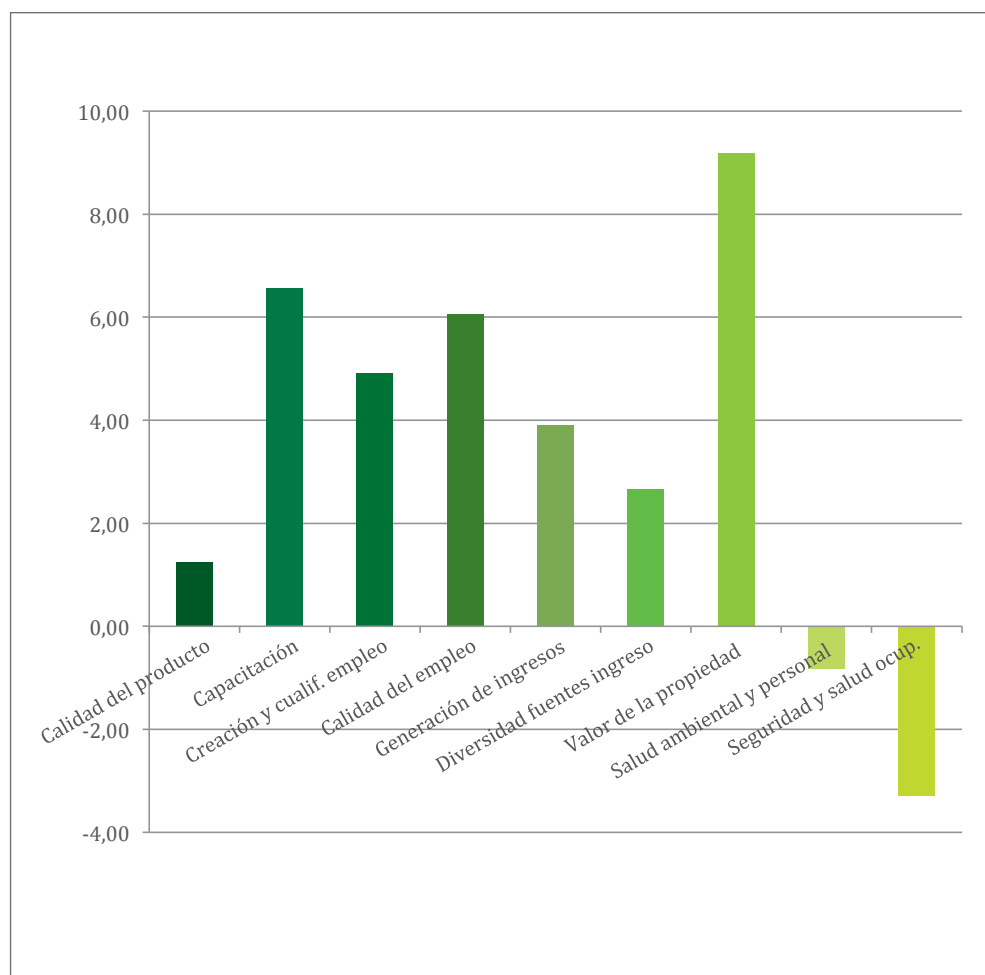
**Figura 30.** Índices de impactos ambientales del cultivo de caucho.

Fuente: Elaboración propia

## Impactos socioeconómicos

En términos socioeconómicos, los resultados obtenidos fueron, por lo general, positivos, como muestra la figura 31. La excepción es la misma de cultivos transitorios, la salud personal, ambiental y ocupacional, que presentaron índices negativos y muy similares.

De los resultados presentados en la figura 31, cabe destacar el impacto positivo en el valor de las fincas y la generación de ingresos, así como en los indicadores de capacitación y generación y calidad del empleo.



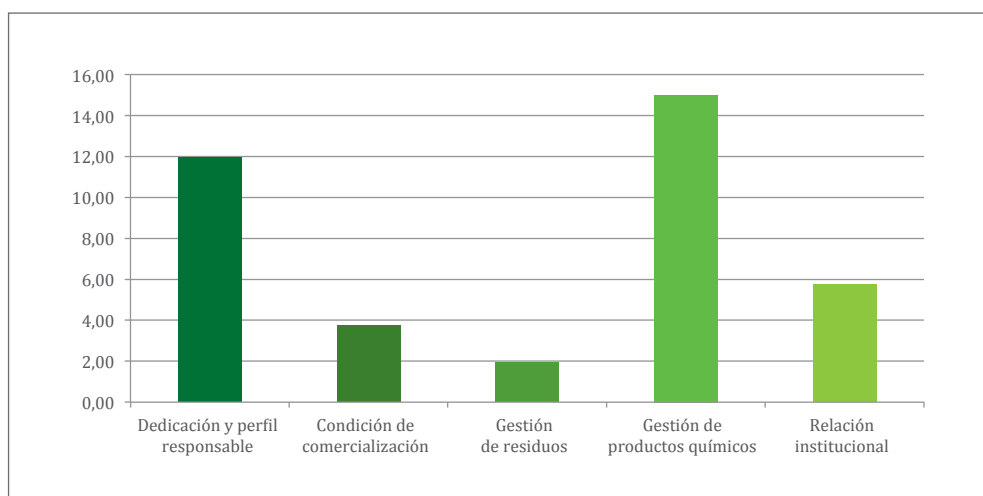
**Figura 31.** Índices de impactos socioeconómicos del cultivo de caucho.

Fuente: Elaboración propia



## Impactos en la gestión

Los impactos de cultivo de caucho en los indicadores de gestión y administración de las fincas, dedicación y perfil del responsable, condición de comercialización, gestión de residuos, gestión de productos químicos y relación institucional, fueron muy positivos. Comparativamente con los sistemas de cultivos transitorios, los impactos en la gestión para el cultivo de caucho (figura 32), fueron más altos, prácticamente el doble de lo obtenido en transitorios. Esto es un excelente resultado, lo que asegura un futuro muy promisorio para estos cultivos desde el punto de vista de la gestión.



**Figura 32.** Índices de impactos en la gestión del cultivo de caucho.

Fuente: Elaboración propia

## Ganadería

Los impactos ambientales de los nuevos sistemas de producción en ganadería han sido positivos, de acuerdo al índice agregado obtenido con el uso del Ambitec, 1,06. Este índice es superior al obtenido para cultivos transitorios pero inferior al del caucho, presentados en la sección anterior. En estos talleres de percepción de impactos participaron 16 personas: 2 asistentes técnicos, 5 administradores y 9 productores, conforme a lo presentado en la tabla 37.

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los encuestados según los diversos indicadores ambientales, socioeconómicos y de gestión.

## Impactos ambientales

Los impactos ambientales fueron evaluados en términos de uso de insumos agrícolas y recursos, insumos veterinarios, consumo de energía, emisiones a la atmósfera, suelo, contaminación del agua, conservación de la biodiversidad y recuperación ambiental.

Para ganadería, según la percepción de los encuestados (figura 33), los impactos ambientales de nuevos sistemas de producción, fueron negativos, considerando el conjunto de los indicadores de Ambitec.

En la ganadería, hubo un incremento del uso de insumos agrícolas y veterinarios y en el consumo de agua y energía. De la misma manera, los encuestados afirman que hubo también impactos negativos en la calidad del suelo y del agua e incremento en las emisiones a la atmósfera. Por lo tanto, los resultados son consistentes con lo ocurrido en la región de la altillanura, dada la intensificación de la ganadería respecto a los sistemas tradicionales.

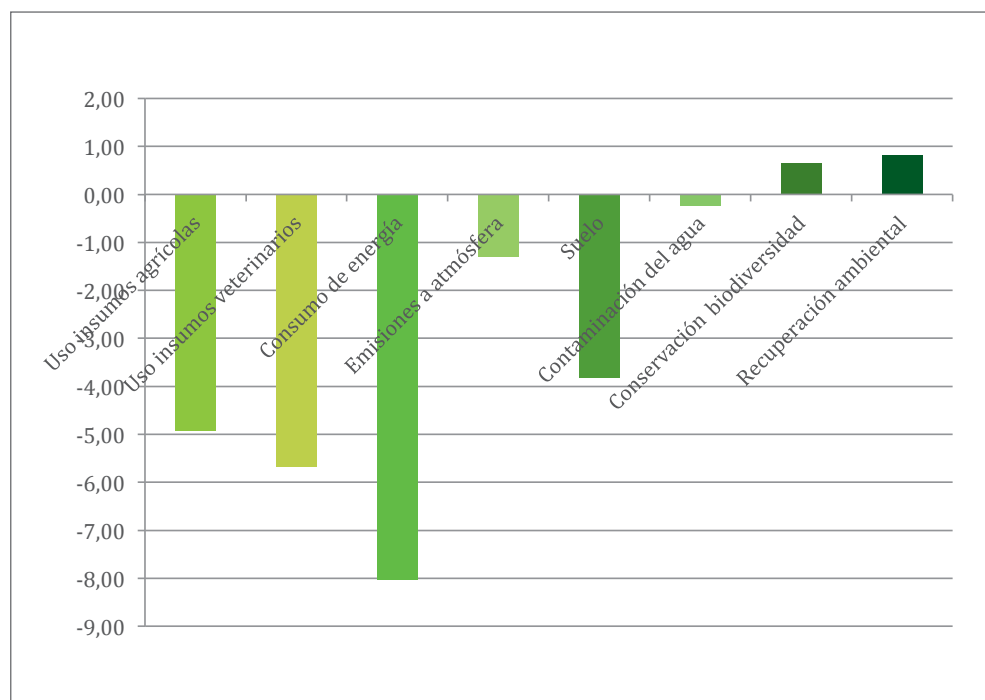


Figura 33. Índices de impactos ambientales de la ganadería.

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 37.** Índices actuales de impacto, por criterio ambiental y socioeconómico y por encuestado, de la ganadería en la altillanura

Criterios de desempeño	Pesos	Asistente	Asistente	Administ	Administ	Administ
Uso de insumos agrícolas y recursos	0,050	-9,00	-5,00	-2,50	-6,50	-5,00
Uso de insumos veterinarios y materias primas	0,050	-4,50	-4,50	-10,50	-7,50	-10,50
Consumo de energía	0,050	-7,00	-7,00	-13,50	-10,50	-12,50
Emisiones a la atmósfera	0,025	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80
Suelo	0,050	-5,00	-5,00	-5,00	-3,75	-2,50
Contaminación del agua	0,050	-0,50	-0,50	0,00	0,00	-1,00
Conservación de la biodiversidad	0,050	1,60	1,00	-0,50	1,00	2,20
Recuperación ambiental	0,025	0,80	1,60	2,40	1,20	2,60
Calidad del producto	0,050	7,50	7,50	6,25	7,50	6,25
Ética productiva	0,025	0,70	0,80	0,95	1,05	0,00
Capacitación	0,050	12,50	10,00	8,00	0,00	10,50
Creación y cualificación empleo	0,050	0,10	0,25	1,30	0,00	1,30
Calidad del empleo	0,050	11,00	13,50	6,75	0,00	4,50
Generación de ingresos	0,050	-2,50	-2,50	8,75	7,50	12,50
Diversidad de fuentes de ingreso	0,025	1,25	1,25	8,75	3,75	13,50
Valor de la propiedad	0,025	9,50	6,00	12,00	14,00	11,00
Salud ambiental y personal	0,025	-1,80	-2,00	-0,20	0,00	-0,40
Seguridad y salud ocupacional	0,025	-9,00	-9,00	-4,00	0,00	-2,00
Seguridad alimentaria	0,050	3,00	3,00	1,60	2,40	3,00
Dedicación y perfil responsable	0,075	5,50	5,50	8,50	9,00	10,50
Condición de comercialización	0,050	0,00	0,00	6,50	0,00	0,00
Gestión de residuos	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gestión de productos químicos	0,050	0,00	0,00	11,00	0,00	0,00
Relación institucional	0,05	0,00	0,00	8,25	0,00	0,00
<b>Verificación de la ponderación</b>	<b>1,00</b>	<b>0,79</b>	<b>0,90</b>	<b>2,44</b>	<b>0,66</b>	<b>1,82</b>

Fuente: Elaboración propia

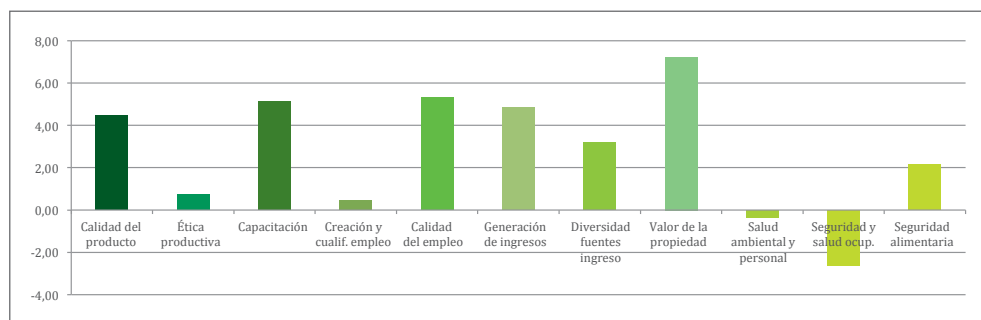
Administ	Administ	Prod,	Prod,	Prod,	Prod,	Prod,	Prod,	Prod,	Prod,	Prod,	Promedio
-7,00	-2,50	-11,00	-5,50	-2,25	2,00	-6,00	-3,00	-7,50	-5,00	-3,25	-4,94
-10,50	-7,50	-1,00	-5,50	-7,50	-3,50	-2,00	-3,00	-8,50	0,00	-4,50	-5,69
-13,00	-2,50	-12,50	-7,50	-13,50	-0,50	-3,00	-10,00	-12,50	-0,50	-2,50	-8,03
-2,00	-0,40	-3,20	-2,80	0,20	0,00	0,00	-3,60	-3,40	-0,80	-0,80	-1,30
-7,50	-3,75	-5,00	-6,25	-2,50	0,00	1,25	-3,75	-6,25	-2,50	-3,75	-3,83
0,00	-0,75	-0,25	-1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	-0,25	-0,75	-0,25
2,40	0,60	1,00	2,00	-2,60	0,00	1,40	2,40	3,20	-6,00	0,60	0,64
-1,00	0,00	0,60	1,80	0,40	0,00	0,40	0,00	1,60	0,60	0,00	0,81
3,75	1,25	6,25	6,25	0,00	0,00	1,25	3,75	5,00	7,50	1,25	4,45
1,30	0,70	1,20	0,80	0,55	0,00	0,40	0,30	0,65	1,80	0,70	0,74
0,50	1,75	6,50	8,00	0,00	3,25	4,00	1,50	7,25	6,50	1,75	5,13
0,20	0,00	0,50	1,10	0,15	0,15	0,25	0,45	0,85	0,40	0,00	0,44
3,75	0,00	9,25	14,00	6,00	0,00	0,50	5,25	10,50	0,00	0,00	5,31
2,50	1,25	2,50	15,00	3,75	1,25	5,00	0,00	12,50	8,75	1,25	4,84
1,25	0,75	1,25	8,25	2,00	1,25	0,00	0,00	3,50	3,75	0,75	3,20
5,00	4,00	10,00	13,50	2,75	0,00	4,00	0,00	13,00	7,00	4,00	7,23
0,60	-0,40	-0,20	-0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,40	-0,40	-0,34
0,50	-1,75	-2,00	-6,00	-1,50	0,00	-0,25	0,25	-2,00	-3,75	-1,75	-2,64
2,40	1,80	2,40	3,00	0,70	1,00	1,00	1,80	3,00	2,40	1,80	2,14
2,75	6,00	6,50	9,00	3,75	0,00	2,50	1,75	10,50	7,75	6,00	5,97
6,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,75	0,00	3,50	0,00	0,00	1,73
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	11,50	0,00	0,00	0,00	0,00	4,25	0,00	15,00	15,00	15,00	3,86
6,25	13,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	9,00	1,75	1,75	2,64
<b>0,87</b>	<b>2,31</b>	<b>2,24</b>	<b>-0,50</b>	<b>0,21</b>	<b>0,53</b>	<b>0,35</b>	<b>1,50</b>	<b>2,73</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>1,06</b>



## Impactos socioeconómicos

En términos socioeconómicos los resultados obtenidos fueron, por lo general, positivos, como muestra la figura 34. La excepción es la misma de cultivos transitorios, salud personal y ambiental y salud ocupacional, que presentaron índices negativos y muy similares.

De los resultados presentados en la figura 18, cabe destacar el impacto positivo en el valor de las fincas y la generación de ingresos, así como en los indicadores de capacitación y generación y calidad del empleo.

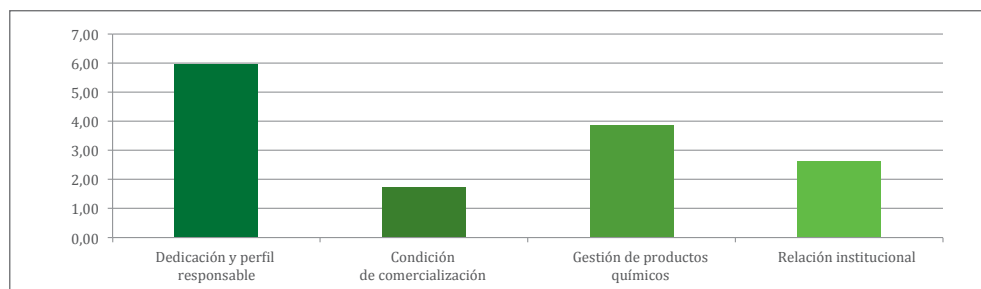


**Figura 34.** Índices de impactos socioeconómicos de la ganadería.

Fuente: Elaboración propia

## Impactos en la gestión

Como se aprecia en la figura 35, los impactos de la ganadería en los indicadores de gestión y administración de las fincas, dedicación y perfil del responsable, condición de comercialización, gestión de residuos, gestión de productos químicos y relación institucional, fueron muy positivos. Comparativamente con los sistemas de cultivos transitorios, los impactos en la gestión para la ganadería fueron más altos, pero inferiores a los de caucho.



**Figura 35.** Índices de impactos en la gestión en la ganadería.

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo VI

# Intervenciones de la investigación agropecuaria

Hasta hace poco tiempo, las condiciones de producción en la altillanura no eran las mejores; hoy, el panorama es diferente. El desarrollo agropecuario que ha venido dándose en El Cerrado, al centro de Brasil, cuyas condiciones topográficas y climáticas son muy parecidas a la altillanura colombiana, fue el ejemplo a seguir para que esta zona del país iniciara su carrera para convertirse en un polo de desarrollo agroindustrial (El Tiempo 2007).

En la actualidad, son varias las empresas productoras de alimentos balanceados, agroindustriales y agricultores que han expandido sus áreas de siembra, mientras van aplicando fertilizantes y correctivos a los suelos. Básicamente, la producción de la zona se centra en dos cultivos: maíz y soya, necesarios para la fabricación de alimentos balanceados para los planteles avícolas y los hatos ganaderos (El Tiempo 2007).

El Convenio de Cooperación Técnica y Científica para el Desarrollo Sostenible y Competitivo de la Orinoquía Colombiana suscrito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) inició en marzo de 2011 con el objeto de desarrollar y validar tecnologías para el mejoramiento de la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios de la altillanura plana de la Orinoquía colombiana.

El convenio MADR-Corpoica-CIAT también busca fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas en la región, así como desarrollar investigación que brinde información sobre la incidencia del cambio climático en la producción agropecuaria y su impacto en los recursos naturales, establecer indicadores para el manejo ecoeficiente de los sistemas productivos y llevar a cabo estrategias de difusión y capacitación (MADR et al. 2010).



Una síntesis de las intervenciones de Corpoica y del CIAT en la región ahora fortalecidas por el convenio con el MADR se presenta a continuación. Inicialmente, se destacan las intervenciones anteriores al convenio (últimas dos décadas) y sus principales productos, de los cuales muchos de ellos se encuentran en uso. En la secuencia, se presenta la programación prevista en el contexto del convenio.

Dichas intervenciones deberán permitir que en cinco a diez años se alcancen los objetivos del convenio y, por lo tanto, los productores de la región puedan obtener mejores niveles de producción y de productividad, así como de ingresos e indicadores de impacto ambiental más bajos que aquellos presentados en la sección anterior de este documento.

## Corpoica

A continuación se presentan las principales desarrollos investigativos de Corpoica en cada una de las especies consideradas en el presente estudio. Vale la pena mencionar que varias de ellas corresponden a una continuación de trabajos iniciados por el ICA y adelantados por esta entidad hasta 1993, año en que se crea Corpoica y asume las responsabilidades estatales de investigación agropecuaria.

### Investigación en arroz

La investigación para generar materiales genéticos que se adapten a suelos ácidos en los últimos años en Colombia, muestra el desarrollo de germoplasma de arroz, sorgo, soya, maíz, obtenidos en la investigación adelantada por CIAT, ICA, Insormil, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt), Corpoica, entre otros (Valencia y Leal 1999; Amézquita et al. 1995; Rincón 1995; Centro... 1997; Valencia et al. 1997). Es así como a inicios y mediados de la década del noventa, se entregaron las primeras variedades de arroz (Corporación... 2011a; Rivas 2004):

- Oryzica sabana 6 liberada por el ICA-CIAT en 1991 como la primera variedad de arroz para secano en suelos ácidos con alto potencial de rendimiento.
- Oryzica sabana 10 lanzada por ICA-Corpoica-CIAT en 1995, como otra alternativa genética para suelos ácidos y con mejor calidad de grano.

Estas variedades fueron recomendadas para introducirlas en los sistemas arroz-pastos (sistemas agropastoriles), pues toleran los altos contenidos de aluminio de las sabanas ácidas, con rendimientos entre 3 y 4 t/ha, tolerancia a enfermedades y buena calidad molinera y culinaria.

Recientemente, las investigaciones entre CIAT-Corpoica desarrollaron una nueva variedad de arroz precoz de 90 días de período vegetativo (Corpoica Altillanura 11), la cual, sin haber sido entregada oficialmente, reporta áreas sembradas superiores a las 1.000 hectáreas (Corporación... 2011a; Rivas 2004).

## **Investigación en maíz**

A mediados de la década del noventa, se lograron los primeros resultados en esta gramínea, mediante el convenio ICA-Cimmyt con la participación de Corpoica (Corporación... 2011a; Rivas 2004):

- Sikuni V-110 fue la primera variedad de maíz en el mundo adaptada a suelos ácidos y recomendada, en su momento, para los suelos ácidos mejorados del piedemonte y la altillanura. Esta variedad se constituyó en el primer fruto del programa de desarrollo de germoplasma de maíz tolerante a suelos ácidos, iniciado por el Cimmyt en 1977 con la colaboración de los programas nacionales de investigación.
- Como resultado del convenio de cooperación Corpoica-Cimmyt, se generó el híbrido de maíz Corpoica H-108, lanzado en 2000, como el primer híbrido de maíz para suelos ácidos de la altillanura plana.
- Corpoica altillanura H-111 lanzado en 2001, tolerante a la toxicidad de aluminio y baja disponibilidad de fósforo; recomendado para los suelos de la altillanura donde tolera hasta 70 % de saturación de aluminio y contenido de fósforo hasta 6 ppm.



Estos dos híbridos, son los recomendados para realizar las primeras siembras a partir de sabanas nativas y como componentes de un sistema de producción sostenible a partir de una labranza de conservación, que involucre cultivos de rotación como la soya y el arroz, uso de coberturas y abonos verdes, para terminar con una pradera mejorada u otro sistema productivo (Corporación... 2011a).

## Investigación en soya

En la tabla 38 se presentan las variedades de soya evaluadas y liberadas para los suelos ácidos de la altillanura colombiana (Corporación... 2011a; Rivas 2004).

**Tabla 38.** Variedades de soya evaluadas y liberadas

Variedad o híbrido	Convenio	Año de liberación
Soyica Altillanura 2 (V)	ICA-Corpoica-FFA	1994
Soya Orinoquía 3 (V)	Corpoica-MADR	1999
Corpoica Libertad 4 (V)	Corpoica-MADR	2005
Corpoica Taluma 5	Corpoica-MADR	2006
Corpoica Sabana 7	Corpoica-MADR	2010
Corpoica Superior 6	Corpoica-MADR	2009

Fuente: Corporación... 2010b



Estos materiales presentan características especiales y ciertos mecanismos de tolerancia que les permite adaptarse a las condiciones de alta acidez tales como raíces más profundas, producción de exudados que inhiben el efecto tóxico del aluminio y mayor exploración de volumen de suelo.

Además de las variedades, otros resultados de la investigación se traducen en (Corporación... 2011a; Rivas 2004):

- Manejo de sistemas de siembra directa de los cultivos para la altillanura (labranza de conservación)
- Sistemas de manejo integrado de cultivos con sistemas rotacionales arroz-soya y maíz-soya para la altillanura colombiana
- Recomendaciones de épocas de siembra para maíz y soya en la altillanura colombiana
- Ajuste y calibración para el sistema de cosecha a granel, para cultivos de arroz y maíz en piedemonte y soya y maíz en la altillanura

## **Investigación en caña**

Actualmente, se viene desarrollando todo el componente agronómico de materiales de caña relacionados con uso de correctivos, fertilización, labranza, manejo de plagas y enfermedades, evaluación de procesos para la generación y cogeneración de energía (Corporación... 2011a).

### **Resultados**

- Cuatro variedades de caña evaluadas para la producción de etanol
- Identificación de variedades de alta producción para etanol

## **Investigación en caucho**

Dentro de la investigación en caucho para altillanura, adelantada por Corpoica, los resultados más destacados son los siguientes:

- Siete clones de caucho (IAN710, IAN873, F3864, GT1, PB 260, AVROS 2037, RIN 600) seleccionados y evaluados por su desarrollo y producción en el piedemonte llanero y en la altillanura



- Estrategia de mejoramiento del suelo mediante la implementación del sistema agroforestal y el enclavamiento
- Caracterización de las zonas edafoclimáticas de la Orinoquía para el cultivo del caucho
- Manejo integrado de plagas en caucho (Corporación... 2011a)

## Investigación forestal

La investigación corporativa en especies forestales para la altillanura ha estado relacionada principalmente con la siguiente temática:

- Comportamiento y adaptación de pino, eucalipto y acacia
- Sistemas silvopastoriles adaptados a las condiciones de manejo de la región
- Tecnologías de manejo de suelo para especies anuales forrajeras de alto rendimiento en la región (Corporación... 2011a).

## Investigación en sistemas agroforestales

Corpoica comenzó trabajos con caucho natural, bajo arreglos agroforestales en 1998, cuando se iniciaron trabajos de investigación en esta especie forestal en el CI Carimagua en el cual se evalúan los clones FX3864, IAN710, IAN873, PB260, RRIM600 y GT1 en dos distancias de siembra (8 m x 2,5 m y surco doble a 3 m x 2,5 m dejando 13 m entre cada surco doble) y con kudzú como cobertura.

En 1999, se evaluaron siete clones: FX3864, IAN710, IAN873, PB260, RRIM600, GT1 y AVROS2037 en zonas de San José del Guaviare y Puerto Gaitán (Carimagua) y se tomó como punto de referencia el CI La Libertad. Además, se han evaluado los siguientes cultivos asociados al caucho en relevo: cannavalia-arroz-soya-maíz-maíz-cannavalia y maíz y cannavlia-soya-soya-maíz-maíz-cannavalia-maíz.

Los resultados iniciales han permitido encontrar que el inicio de la etapa productiva o etapa de “sangría” en caucho comienza entre el cuarto y quinto año cuando se encuentra bajo el sistema agroforestal, mientras que en monocultivo esta etapa comienza entre el séptimo y noveno año, dependiendo del tipo de manejo dado.

En la actualidad, existen más de 20 núcleos productivos de caucho entre el eje Puerto López-Puerto Gaitán y Puerto Gaitán-Carimagua. Los principales clones utilizados son el RRIM600 IAN en cerca del 60 % del área plantada un 30 % del área con FX3864 y un 10 % entre los clones IAN873, IAN710, PB260, PB 235, entre otros (Corporación... 2011a).

## Investigación en sistemas agrosilvopastoriles

Corpoica ha evaluado cuatro materiales arbóreos que han mostrado buen comportamiento como son: *Gmelina arborea* (melina), especie que se recomienda para suelos fértiles, *Acacia mangium* (acacia), *Eucalipto pellita* (eucalipto) y *Piptadenia opacifolia* (yopo), entre otros, y como arbustiva para corte y bancos de proteína se ha seleccionado la *Cratylia argentea*. En la altillanura plana bien drenada y en la serranía, la *Acacia mangium* es la especie más difundida y establecida en diferentes arreglos, seguida de *Eucalipto pellita*. Dentro de estos arreglos se encuentran plantaciones con fines comerciales, cercas vivas, franjas y bosquetes en potreros (Corporación... 2011a; Rivas 2004).

## Investigación en sistemas de producción ganadera, pastos y forrajes

La investigación para el desarrollo de la ganadería bovina en la altillanura de Corpoica ha estado relacionada con temas tecnológicos tanto del componente agrícola (pastos y forrajes) como del componente pecuario (razas y manejo del hato). A continuación, se presentan los principales resultados.

- Introducción y manejo de especies forrajeras en sistemas de producción de cuatro gramíneas (*B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. dictyoneura*, *B. brizantha*) y tres leguminosas (*Arachis pintoii*, *Stylosanthes capitata*, *Pueraria phaseoloides*).
- Integración, uso y manejo de asociaciones de gramínea y leguminosa en sistemas de producción animal.
- Sistemas de alimentación estratégica con énfasis en suplementación.
- Uso de caña con cratylia en ensilajes de cultivos forrajeros con maíz, soya, sorgo y botón de oro.
- Sistemas de manejo de microorganismos del rumen (defaunación)



- Determinación del rendimiento de diferentes tipos raciales de bovinos bajo pastoreo con diferentes alternativas de alimentación.
- Determinación del comportamiento social del bovino criollo y cebú en el periparto y destete.
- Reducción de los días improductivos mediante estrategias de manejo del sistema de amamantamiento.
- Calidad de la carne bovina, en grupos raciales puros y cruzados (Corporación... 2011a).

## CIAT

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), desde la década del setenta en Carimagua (Puerto Gaitán) y en el piedemonte del Meta en la década del ochenta, inicia sus trabajos dirigidos al desarrollo de pasturas y al mejoramiento de los sistemas ganaderos de las sabanas ácidas; estudios en yuca y mejoramiento de arroz, además de trabajos conjuntos con el Cimmyt que contribuyen a la generación de recursos genéticos de maíz para los suelos ácidos de la altillanura plana y con el Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (Cirad) para generación de recursos genéticos de arroz para suelos ácidos (Rivas 2000).

La investigación en pasturas liderada por el CIAT con la participación de varias instituciones nacionales ha permitido la obtención de nuevos cultivares de *B. brizantha*, *B. dictyoneura* y *B. humidicola* con diversas características y usos en los sistemas ganaderos nacionales (Rivas 2004).

Más tarde, en la década de los noventa, en el convenio Corpoica-CIAT-MADR, se contribuye al manejo integrado de suelos (labranza de conservación, siembra directa, uso y manejo de correctivos), recomendaciones de fertilización, uso de biofertilizantes para leguminosas (cepa J01), estudios sobre degradación de suelos, rotación de cultivos anuales y forrajeros (Culticore 1 y 2) y la introducción de sistemas agropastoriles (Rivas 2004).

En la parte pecuaria, la investigación del CIAT y Corpoica se orientó hacia la validación y mejoramiento genético de los materiales del género *Brachiaria* y al trabajo con leguminosas, integrando un conjunto de soluciones tecnológicas en

nutrición y salud animal, manejo eficiente de áreas establecidas, sabanas naturales, estudios en el campo de la biotecnología, reproducción y evaluación de recursos genéticos criollos (Rivas 2004).

Las fortalezas del CIAT están relacionadas con herramientas y desarrollos en sistemas de información georreferenciada (SIG), evaluación y desarrollo de germoplasma vegetal, frutales tropicales, manejo de sistemas de cultivo, suelos, servicios ambientales y evaluación socioeconómica (MADR et al. 2010).

Dentro del marco del Convenio de Cooperación Técnica y Científica MADR-CIAT, y con la participación de Corpoica, se diseñaron alternativas de manejo para la conservación de los suelos de la altillanura. Esta técnica gira alrededor del concepto de “construcción de una capa arable” que busca transformar suelos frágiles y de baja productividad, en recursos de alta calidad, mediante prácticas planificadas de mejoramiento físico, químico y biológico (Rivas 2004).

El CIAT y la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, estudiaron una zona representativa de la altillanura plana, bien drenada, de los Llanos Orientales de Colombia, alrededor del Centro de Investigación Carimagua, en sus aspectos florístico y ecofisiológico. En los 20 puntos o transectos estudiados se encontraron 183 especies correspondientes a 108 géneros y a 43 familias. Se consideraron tres parámetros para el análisis: vegetación (frecuencia y abundancia), suelo (variables físicas y químicas) y agua en el perfil del suelo.

## **Productos esperados del Convenio MADR-Corpoica-CIAT**

Los productos esperados se enmarcan dentro de los siguientes cinco macroproyectos que adelanta el convenio en su segunda fase:

- Estrategias ecoeficientes para los sistemas productivos
- Sistemas agrícolas: red de transitorios
- Sistemas agrícolas: red de permanentes
- Sistemas agrícolas: red de ganadería
- Vinculación tecnológica



## Estrategias ecoeficientes para los sistemas productivos de la altillanura plana del departamento del Meta: Escenario para el manejo ecoeficiente del territorio

Dentro de este proyecto se incluyen los siguientes productos esperados:

1. Un diagnóstico ambiental de 75 parcelas representativas de cinco sistemas de producción realizados para orientar a productores y ganaderos en el manejo ecoeficiente de sus fincas.
2. Un diagnóstico ambiental de dos microcuencas con diferentes modos de ocupación espacial del territorio para que agricultores y ganaderos utilicen sus fincas de manera sostenible, principalmente respecto al factor agua.

## Modelo para evaluar los riesgos del cambio climático y generar estrategias de adaptación y mitigación

En este proyecto se consideran los siguientes productos esperados:

1. Potencial de secuestro de carbono y emisión de gases de efecto invernadero cuantificados en plantaciones (caucho, palma, forestales) y cultivos anuales (arroz, soya, maíz) predominantes en la región y análisis de costos y beneficios de cambios de uso de la tierra.
2. Setenta híbridos de *Brachiaria* (*B. ruziziensis* x *B. decumbens* x *B. brizantha*) caracterizados cuantitativamente por su capacidad de inhibir la nitrificación en el suelo, usando el método de incubación de este.

## Fundamentación para el desarrollo de una agricultura por ambientes

En este proyecto se incluyen los siguientes productos esperados:

Indicadores físicos y químicos del suelo y de rendimiento de los cultivos de arroz, maíz y soya de la altillanura (transecto Puerto López-Puerto Gaitán) para complementar el protocolo metodológico de un modelo de agricultura por ambientes.

## **Mejoramiento de la capacidad productiva del suelo para los sistemas de producción de la altillanura plana**

En este macroproyecto se incluyen los siguientes productos esperados:

Indicadores físicos, químicos, biológicos del suelo, ambientales (captura de carbono, huella hídrica, gases efecto invernadero), rendimiento y componentes agronómicos de los sistemas de producción: transitorios (arroz-maíz-soya) y permanentes (*Brachiaria decumbens*, caña de azúcar, caucho y sabana nativa) por efecto de las diferentes prácticas de labranza, correctivos aplicados en 2011, en oxisoles údicos de texturas franco arenosas (Taluma).

### **Sistemas agrícolas: red de transitorios**

Dentro del macroproyecto de cultivos transitorios se formularon los siguientes proyectos:

#### **Investigación y validación de híbridos de maíz amarillo con alto rendimiento y adaptación específica a la altillanura**

Dentro de este proyecto se incluyen dos productos esperados, uno de validación de tecnología y otro de investigación, así:

**Validación.** Dos híbridos de maíz (CML451Q/CL02450Q y CLA139/CLA41) provenientes de la evaluación de 2011 (Parcelas de Evaluación Agronómica, PEA), en prueba semicomercial en dos localidades (Taluma y Carimagua), durante el primer y segundo semestre de 2012).

**Investigación.** Treinta nuevos híbridos de maíz amarillo (Fenalce) evaluados bajo condiciones de la altillanura plana en dos localidades: Taluma y Carimagua de Corpoica.

#### **Evaluación y validación del uso de un bioplaguicida para maíz**

Este proyecto considera el siguiente producto esperado:

Bioplaguicida de baculovirus para el control de *S. frugiperda* optimizado (mayor potencia, menor dosis y menor costo).



## Desarrollo e introducción de genotipos mejorados y promisorios de soya para los sistemas de producción de la Orinoquía

Dentro de este proyecto se tienen previstos los siguientes productos esperados:

1. Cuatro líneas de soya: dos tardías (L-103 y L-189) una de ciclo intermedio (L-2078) y una de ciclo precoz (L-062) en pruebas semicomerciales en las localidades Taluma, Carimagua, CI La Libertad y finca de productor, provenientes de la PEA, en 2011.
2. Cien nuevas líneas de soya evaluadas bajo condiciones de la altillanura en Taluma y Carimagua para 2012, con características de alto potencial de rendimiento, tolerancia a suelos ácidos y enfermedades limitantes de la zona.
3. Plan de cruzamiento para la generación de futuras variedades de soya y sus respectivas poblaciones F1 para la altillanura.
4. Evaluar la adaptabilidad de los materiales mejorados de arroz del programa CIAT-Cirad a las condiciones de la Orinoquía, al cambio climático y resistencia a enfermedades.

Productos esperados para 2012:

1. Ocho líneas promisorias evaluadas bajo condiciones de la altillanura para rendimiento (fincas Cosargo y Santa Cruz, y Corpoica sede Taluma) y uso eficiente de nitrógeno (finca Santa Cruz, y Taluma).
2. Ocho líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz evaluadas bajo condiciones de invernadero para su resistencia a 50 aislamientos de *Pyricularia* colectados en la altillanura en 2011.



## Sistemas agrícolas: red de permanentes

El macroproyecto en especies permanentes considera la ejecución de los siguientes proyectos.

### Manejo integrado del cultivo del caucho y evaluación de frecuencias y sistemas de sangría en siete clones de caucho para la altillanura

El proyecto en caucho incluye cinco productos esperados, tres de investigación y dos de validación tecnológica, así:

#### *Investigación:*

1. Dinámica epidemiológica (componentes: áreas, coberturas asociadas, dispersión del patógeno, clima) de las enfermedades limitantes (mal suramericano de las hojas y antracnosis) en plantaciones de la microcuenca de los caños Emma y La Ema, del núcleo productivo Puerto López-Puerto Gaitán.
2. Siete clones del programa Michellin® Bahía (PMB) solicitados al Cirad (CDC308, CDC429, FDR4461, FDR4575, FDR5240, MDF180 y MDX608), adicionados al jardín clonal con los cinco clones introducidos a la Orinoquía en 2011.
3. Crecimiento, desarrollo fisiológico y comportamiento fitosanitario de tres nuevos clones (CDC312, FDR5788 y PMB-1) en dos campos de observación a gran escala (Mapiripán y Puerto Gaitán).

#### *Validación:*

1. Respuesta de cuatro clones de caucho [dos clones de origen asiático [(RRIM600 y PB260) y dos de origen brasileño (FX3864 e IAN710)] a diferentes tratamientos de manejo del panel de sangría [cuatro frecuencias de sangría (D2, D3, D4 y D6) y dos tipos (alterna y continua)] en segundo ciclo de producción (CI La Libertad).
2. Respuesta de tres nuevos clones de caucho (IAN873, GT1 y AVROS2037) a diferentes tratamientos de manejo del panel de sangría [cuatro frecuencias de sangría (D2, D3, D4 y D6) y dos tipos (alterna y continua)] en primer ciclo de producción (CI La Libertad).



## Diagnóstico y evaluación de las tecnologías para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales en la altillanura colombiana

El proyecto en especies forestales incluye los siguientes productos esperados: variables de crecimiento (altura y diámetro) y de desarrollo [índice de sitio (relaciones entre parámetros de crecimiento) y volumen de madera de metros cúbicos] de cuatro especies: acacia (*Acacia mangium*), machaco (*S. amara*) en plantaciones de 3 edades, en 16 localidades de Puerto Gaitán, Puerto López y Vichada.

### Sistemas agrícolas: red de ganadería

El macroproyecto en ganadería bovina contempla la ejecución de cuatro proyectos. A continuación se presentan cada uno de ellos y sus respectivos productos esperados.

### Modelo de manejo integral para la ganadería de cría en la altillanura colombiana

El proyecto del modelo de manejo integral incluye los siguientes productos esperados:

1. Recomendaciones técnicas y prácticas de manejo.
2. Indicadores productivos (ganancia de peso animal), reproductivos (preñez, natalidad, intervalo entre partos y mortalidad) y genéticos de bovinos cría bajo dos sistemas de alimentación en un arreglo agrosilvopastoril implementado en 2011.
3. Análisis económico del modelo de manejo para el periodo 2012.
4. Ampliación de las recomendaciones del protocolo sanitario.
5. Indicadores físicos, químicos y biológicos asociados a los componentes del modelo (2011-2012).

## **Validación y ajuste de sistemas agrosilvopastoriles como estrategia de manejo productivo del suelo en la altillanura colombiana**

El proyecto de sistemas agrosilvopastoriles contempla los siguientes productos esperados:

1. Indicadores físicos, químicos, biológicos del suelo
2. Producción y calidad de forrajes de cultivos para ensilaje (soya, maíz y sorgo)
3. Producción y calidad de pradera pasto Toledo + *D. ovalifolium*, y ganancia de peso en bovinos de ceba (2012B) (Carimagua)
4. Indicadores de producción de praderas, calidad de forrajes, producción de bovinos de ceba para el periodo 2012 en experimentos agrosilvopastoriles de la sede Taluma con más de cuatro años de manejo.

## **Evaluación y desarrollo de materiales forrajeros para integrarlos a sistemas de producción ganaderos de la Orinoquía**

Este proyecto incluye los siguientes seis productos esperados:

1. Dos leguminosas herbáceas preseleccionadas para suelos bien drenados de la altillanura (Taluma y Carimagua) de los diez materiales establecidos desde 2011.
2. Dos leguminosas preseleccionadas para suelos inundables (CI La Libertad) establecidas desde 2011.
3. Dos leguminosas arbustivas preseleccionadas (Taluma y Carimagua) de catorce materiales establecidas desde 2011.
4. Dos leguminosas preseleccionadas para cobertura en plantaciones de cultivos permanentes a partir de 13 ecotipos establecidos desde 2011.
5. Dos ecotipos de *Canavalia brasiliensis* preseleccionados en Taluma, Carimagua y CI La Libertad, a partir de siete ecotipos establecidos desde 2011.
6. Una gramínea seleccionada por su mayor producción y calidad de forraje y mayor productividad animal bajo pastoreo en Taluma y Carimagua.



## Selección de nuevos materiales forrajeros y tecnologías para la producción de henos y ensilajes como estrategia de alimentación bovina en épocas críticas y para intensificar los sistemas ganaderos de la región

Este proyecto tiene prevista la obtención de cinco productos esperados, dos de investigación y tres de validación tecnológica, así:

### *Investigación:*

1. Generación de híbridos de maíz y sorgo con características forrajeras (CIAT Palmira y CI La Libertad)
2. Líneas de millo perla introducidas y aumentadas (CI La Libertad)

### *Validación:*

1. Cuatro genotipos de caña evaluados (CC. 8475, CC. 833895, CC. 8592, RD. 7511) por producción de forraje en el CI La Libertad.
2. Tecnología desarrollada sobre ensilajes y henos, aplicada y evaluada en una finca de la altillanura con materiales forrajeros comerciales (establecimiento, cosecha suministro a bovinos, evaluación de dietas).
3. Cepa selección como inóculo para mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje.



## Vinculación tecnológica

Dentro del tema de vinculación tecnológica se tiene prevista la ejecución del siguiente proyecto.

### Aprender para innovar: compartir conocimientos y fortalecer capacidades para la vinculación tecnológica

Este proyecto tiene prevista la obtención de los siguientes productos esperados:

1. Listado de indicadores socioeconómicos, de impacto y de investigación y desarrollo de línea base socioeconómica.
2. Fincas referentes seleccionadas para apoyar la capacitación de asistentes técnicos (AT). Un conjunto de fincas relacionadas a través de una estructura de conectividad para el intercambio de conocimientos, experiencias para la vinculación tecnológica dirigida a asistentes técnicos y otros grupos de interés.
3. Un portal documental articulado al sistema BAC en línea sobre las tecnologías generadas en el convenio utilizado por la comunidad local, con 1.000 nuevos documentos digitalizados, 500 profesionales y especialistas de la Orinoquía identificados y registrados en la base de datos y 400 documentos de oferta.
4. Publicaciones técnicas para la difusión de resultados, preparadas, entregadas y utilizadas por agricultores y ganaderos de la región.
5. Una estrategia integral para la difusión de la información agropecuaria relevante para el desarrollo de la región. Para ello se actualiza el sitio web del convenio y otros medios sociales como Twitter y espacios radiales con información del sector, se lleva a cabo un plan de capacitación y actualización del personal de Corpoica, CIAT y asistentes técnicos en temas estratégicos y, para evaluar el desempeño del Convenio, se realizan reuniones y seguimiento interno.



## Conclusiones, impactos y recomendaciones

A través del estudio de los indicadores técnicos y socioeconómicos de los sistemas agropecuarios de la altillanura plana del Meta se pudo corroborar que esta región tiene una alta potencialidad para el desarrollo de cultivos transitorios como el arroz, el maíz y la soya, en condiciones competitivas, de la misma manera que cultivos permanentes como el caucho y los forestales. La ganadería en sabanas mejoradas presenta buenos índices productivos y constituyen una base fundamental para el mejoramiento de la seguridad alimentaria de la región y del país. En muchos casos, los indicadores tecnológicos superan a los de otras regiones de vocación agropecuaria y constituyen un potencial para incrementar la oferta de bienes agropecuarios con destino a mercados nacionales e internacionales.

A pesar de lo anterior, como lo reflejan los indicadores de impacto determinados mediante la metodología Ambitec, persiste una gran preocupación sobre los efectos ambientales negativos que tiene la introducción de sistemas intensivos de cultivos transitorios y de ganadería, pues, al desarrollarse sin control, pueden afectar la base de recursos naturales y el ambiente.

Se espera que estos resultados se analicen y sirvan para reorientar la investigación y el desarrollo tecnológico a través del Convenio Corpoica-CIAT, en búsqueda de alternativas tecnológicas que permitan mejorar la competitividad, pero asegurando, a la vez, la sostenibilidad socioambiental de los sistemas productivos agropecuarios en la altillanura.

A manera de síntesis, a continuación, se puntualizan las principales conclusiones del estudio.

## Conclusiones

### Localización y características biofísicas de la altillanura plana

Se conocen como altillanura aquellas tierras que se ubican a la margen derecha del río Meta hasta los límites con los ríos Guaviare y Orinoco, con alto grado de escorrentía y, por lo mismo, frágil a la erosión hídrica. Posee tres unidades fisiográficas: plana, ondulada y serranía. En este estudio se hace referencia a la altillanura plana por su inserción a la frontera agropecuaria del país y su gran potencialidad para uso agrícola y ganadero.

Los suelos de la altillanura plana se han desarrollado a partir de materiales sedimentarios, en su gran mayoría son suelos profundos, bien drenados, de fertilidad muy baja y de alta saturación de aluminio. Su pH oscila entre 4,0 a 4,5 con contenidos muy bajos de: materia orgánica (1,5 % a 2,0 %), niveles de fósforo intercambiable (1-2 ppm), de bases intercambiables (Ca, Mg, K) las cuales son inferiores a 1,0 cmol kg<sup>-1</sup>, y saturaciones de aluminio intercambiable entre un 60 % y 90 %. Su topografía plana y sus grandes extensiones permiten su fácil mecanización.

### Área de las fincas

Mediante la realización de las 120 encuestas se logró cubrir 264.195 hectáreas, lo que permite calcular un área promedio de 2.202 hectáreas por predio; sin embargo, este promedio presenta una gran variabilidad (CV=163 %), con valores que van de 17 a 24.000 hectáreas por predio.

Al analizar la distribución estadística de las áreas de predio, se observa que el 90% de las fincas tiene un área de más de 100 hectáreas y que los predios de menos de 100 representan cerca del 10 % de los predios.

El análisis combinado del número de predios y sus áreas permite establecer que el 10 % de los predios más grandes representan el 50 % del área total y que el 50 % de los predios más pequeños representan el 10 % del área. Estos valores sirven para medir el grado de concentración de la propiedad de la tierra en la región.



## Tenencia de los predios

De acuerdo con los entrevistados, al momento de la encuesta, el 94 % de las fincas son explotadas por el mismo propietario y el 5 % mediante contratos de arrendamiento. El arrendamiento de tierras es frecuente para la siembra de cultivos transitorios o de ciclo corto como el arroz, el maíz y la soya.

## Toma de decisiones en el manejo de los predios

Las encuestas fueron atendidas en el 75 % por administradores y en el 22 % de los casos por propietarios de los predios; sin embargo, a la pregunta de quién toma las principales decisiones para el manejo de los sistemas productivos un 73 % manifestó que son los propietarios y 24 % que son los administradores. El 3 % corresponde a técnicos o asistentes.

## Nivel académico de los productores

El nivel de formación académica de los productores de la altillanura es relativamente alto si se tiene en cuenta que el 69 % tiene un grado profesional e incluso el 1 % estudios de posgrado. El 9 % alcanzó el título de bachiller y el 3 % tiene estudios técnicos.

## Género y vinculación de los trabajadores

En las 120 fincas encuestadas se reportó la vinculación de 3.394 trabajadores, de los cuales el 14 % son mujeres y el 86 % son hombres. De las mujeres trabajadoras, el 66 % son de carácter permanente y el 34 % temporales. En el caso de los hombres trabajadores, el 43 % son permanentes y el 57 % son jornaleros o de vinculación ocasional. A nivel general, independientemente del género, el 46 % de los trabajadores son permanentes y el 54 % son temporales.

Los anteriores indicadores muestran cierta estabilidad de los trabajadores en las fincas de la región si se compara con el común de las zonas agropecuarias del país; no obstante, la altillanura no es una gran generadora de empleo si se tiene en cuenta que solo se requiere un trabajador para atender 78 hectáreas y un trabajador permanente para 170 hectáreas.

## Uso de la tierra

En general, el tipo de uso de la tierra más frecuente sigue siendo la sabana nativa; se estima que un 40% del área todavía se encuentra en forma de pastizales naturales, sin un manejo expreso y en los cuales se pastorea ganado en forma extensiva e ineficiente. En segundo lugar, el 23% se tiene en praderas en las que se ha introducido pastos y se manejan bovinos de cría y ceba. En tercer término, se conservan bosques nativos, especialmente aquellos de galería en las riberas de los caños o corrientes de agua. Se calcula que el 16% del área de la altillanura metense conserva este tipo de vegetación. Dentro de los cultivos introducidos, los de carácter permanente ocupan cerca del 9% del área y los de ciclo corto o transitorios ocupan el 8%. Los forestales introducidos ocupan apenas el 1% del área de la altillanura.

En el segundo semestre de 2012, al momento de realizar la encuesta, se encontró que el 88% de las fincas conservaba algún área de bosque nativo, el 66% conserva áreas de sabana nativa y que el 72% había introducido pastos.

## Tecnologías de producción de los principales sistemas agropecuarios

En cuanto a las prácticas de manejo de los sistemas productivos se encontró que el 82% de los productores aplica actualmente correctivos de acidez de suelos, siendo los más frecuentes la cal dolomita, la roca fosfórica, el calfos y el yeso. Los anteriores materiales correctivos de acidez de suelos generalmente se aplican desde la década de los noventa con boleadora y se incorporan con rastra. La preparación del suelo, siembra, fertilización, aplicación de herbicidas y plaguicidas y la cosecha son labores mecanizadas en la mayor parte de los casos. A continuación, se especifican algunas de las prácticas y los materiales genéticos utilizados en cada uno de los cultivos y actividades ganaderas.

### Cultivo de arroz

El 72% de los productores utiliza la cal dolomítica como correctivo, en dosis que frecuentemente varían de 1 a 2 t/ha y el 26% usa el calfos en dosis de 0,4 a 0,5 t/ha. El 30% manifestó que la recomendación técnica fue dada por el asistente técnico particular, el 16% por Corpoica y el 9% por el distribuidor de insumos. En cuanto a recursos genéticos, el 71% de los predios reporta la



siembra del arroz Línea 30, otros materiales reportados son el Fedearroz 174, el Fedearroz 757, el Panorama y el Aceituno 2540. En el arroz, las principales plagas y enfermedades reportadas fueron el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), la helmintosporiosis y el manchado del grano, las cuales se manejan mediante control químico, principalmente.

## Cultivo de maíz

El 62 % de los cultivadores utiliza roca fosfórica, en dosis que varían de 0,5 a 1 t/ha; el 26 % cal dolomítica, en dosis que varían entre 0,5 y 3 t/ha; el 7 % yeso, en dosis de 0,2 a 0,5 t/ha; y el 6 % calfos en dosis de 0,2 a 0,4 t/ha. El 34 % manifestó que la recomendación técnica fue ofrecida por el asistente particular y el 8 % por Corpoica. El material más sembrado de maíz es el 30K73 Pioneer, en el 36 % de los casos; los Dklab 777 y 4374 en el 32 %; el H111, en el 12 %; y el H108, en el 8 % de los casos. El principal problema fitosanitario reportado en maíz es el gusano cogollero.

## Cultivo de soya

El 41 % de los productores utiliza yeso entre 0,3 y 0,9 t/ha; el 27 % cal dolomítica en dosis de 1 a 3 t/ha; el 16 % roca fosfórica de 0,5 a 1 t/ha; y el 13 % calfos entre 0,3 y 0,5 t/ha. El 25 % dijo que la recomendación técnica fue impartida por el asistente particular, el 7 % dijo que por Corpoica y el 3 % por el distribuidor de insumos. Los materiales genéticos más frecuentes de soya son P-34 (35 %), Panorama 24 (20 %), Panorama 29 (13 %), Cimarrona (9 %), Kamerum SK5 (7 %), Kamerum SK7 (4 %), Orinoquía 3 (4 %), Ariari (4 %), Superior 6 (2 %) y SB89 (2 %). En la soya las principales plagas que se reportaron fueron trozadores, perforadores de follaje y comedores de follaje.

## Cultivo de caucho

El 27 % de los productores reporta el uso de roca fosfórica, entre 0,5 y 1,3 t/ha; otro 27 % aplica cal dolomítica, desde 1 hasta 2,2 t/ha; el 20 % aplica yeso, entre 0,3 y 0,9 t/ha; y el 13 % reporta el uso de calfos, en dosis de 0,4 t/ha. El 5 % manifestó que la recomendación técnica fue dada por el asistente particular y el 3 % por Corpoica. El material genético más frecuente en caucho es el Rrim 600 (44 %), seguido del FX3864 (33 %), del IAH873 (7 %), del Pb260 (5 %) y del IAH710 (2 %).

## Cultivo de caña de azúcar

En el cultivo de caña de azúcar con propósito de producción de etanol, el 33 % de los productores utiliza cal dolomítica en dosis de 1 t/ha y otro 33 % roca fosfórica en dosis de 0,5 t/ha. En caña, el 93 % reporta la siembra de variedades de Cenicaña-Colombia y el 7 % la variedad República Dominicana. Dentro de los principales problemas fitosanitarios de la caña se reportan el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), el cucarrón, el gusano cabrito, la hormiga loca y la hormiga arriera.

## Cultivo de palma de aceite

En el cultivo de palma, el 40 % de los productores reporta el uso de cal dolomítica en dosis de 0,7 a 1 t/ha, el 20 % utiliza yeso en dosis de 0,4 t/ha y otro 20 % calfos, en dosis de 0,4 t/ha. El 26 % de las fincas palmeras reporta el material genético conocido como IRHO, el 22 % el Unipalma, el 15 % el material Montelíbano, el 15 % híbridos, el 11 % el ASD Costa Rica, el 4 % el Tenera y el 4 % el material ICA. En la palma, las principales plagas y enfermedades reportadas fueron gusano cabrito, gusano monturita, hormigas y pudrición del cogollo.

## Cultivo de forestales

En el cultivo de forestales, el 67 % de los productores reporta la utilización de cal dolomítica en dosis de 0,5 t/ha. Las especies forestales más cultivadas son el pino caribe, la acacia y el eucalipto.

## Cultivo de pastos

El 44 % de los productores reporta la utilización de yeso como correctivo de acidez, en dosis que varían entre 0,3 y 1 t/ha, el 22 % de roca fosfórica en dosis de 1,5 a 2 t/ha, el 11 % de cal dolomítica con 1 t/ha y otro 11 % de calfos con 0,4 t/ha. El 3 % manifestó que la recomendación técnica fue dada por el asistente particular y el 2 % manifestó que fue Corpoica. Los pastos más frecuentes son el Llanero (29 %), el *Brachiaria humidicola* (28 %), el *Brachiaria decumbens* (20 %), el Toledo (6 %), el Mombaza (6 %), el Brizantha (4 %) y el Mulato (3 %), entre otros. Solamente el 30 % de los productores hace renovación periódica de praderas.



## Ganadería bovina

El 73 % de los predios encuestados realiza actividades ganaderas. De estos, el 73 % se dedica a la cría, el 15 % a la ceba y el 9 % a la producción de doble propósito (carne y leche). El 67% de los ganaderos manejan animales cebuinos tipo brahman y el 11 % maneja el angus, el 8 % posee el cruce brangus y el 3 % el san martinero. Otras razas mencionadas son cebú rojo, guzerat, pardo suizo, charolais. El 73 % maneja pastoreo en forma rotacional, el 26 % en forma alterna y el 1 % en franjas. El 40 % de los productores manifiesta recibir las recomendaciones tecnológicas de su asistente particular, el 25 % por decisión personal, el 13 % de vecinos, el 9 % de Corpoica, el 6 % de la agremiación, el 6 % del distribuidor de insumos y el 2 % del CIAT.

## Capacitación

De los 120 encuestados tan solo el 8 % manifestó haber recibido capacitación tecnológica. De estos, el 67 % mencionó haberse capacitado en el tema de labranza y preparación del suelo, el 17 % el uso de correctivos de acidez de suelos y el 4 % en el control de malezas. Otros temas de capacitación recibidos por los encuestados fueron mayordomía, manejo de plaguicidas, salud ocupacional y manejo de contingencias. El 73 % de las capacitaciones se recibe en forma de cursos, el 9 % mediante visita al predio y el 9 % a través de eventos gremiales. El 6 % manifestó buscar información tecnológica en otros sitios como: publicaciones de Corpoica (25 %), televisión (21 %), internet (17 %), radio (13 %), publicaciones del ICA (8 %) y publicaciones del CIAT (4 %). Otras fuentes de información mencionadas fueron la Universidad de los Llanos y el gremio ganadero.

## Rendimientos, costos de producción y precios

Mediante las encuestas, los paneles con productores y técnicos y consulta con los gremios se establecieron los rendimientos y la estructura de costos de producción modales de los principales rubros estudiados.

- En cultivos transitorios se logran rendimientos de 3,5 t/ha en arroz, 5,2 t/ha en maíz y 2,7 t/ha en soya. En las estructuras de costos presentadas en el capítulo 4, se puede observar que los mayores costos están representados en

la nutrición de los cultivos, el control de plagas y enfermedades, la siembra y las operaciones de transporte y secado de los granos. En 2012, los precios pagados al productor en el mercado de Villavicencio eran \$1.077.669/t de arroz, \$706.033/t de maíz y \$1.289.000/t de soya.

- El caucho es un cultivo relativamente reciente en la altillanura y aun son pocas las plantaciones que han llegado a la fase productiva, sin embargo, según lo observado hasta el momento y de acuerdo con el concepto de los investigadores, el cultivo empieza a producir al sexto año después de establecido, con un rendimiento de 0,4 t de latex/ha y se va incrementando paulatinamente hasta alcanzar un rendimiento estable de 1,7 t/ha en el año 11. La estructura de costos de establecimiento del cultivo indica que los conceptos de mayor ponderación son el material de siembra y la preparación del terreno. Luego del año 2 al año 5, durante el desarrollo de los árboles, los mayores conceptos de costo corresponden a la fertilización, las labores mecanizadas y la mano de obra para control de malezas, plagas y enfermedades. A partir del año 6, cuando la plantación comienza su fase productiva los mayores costos los constituye la cosecha manual o sangrado de los árboles y todo lo relativo a su manejo postcosecha. El precio del latex crudo en 2012 era de \$4.000/kg.
- El cultivo de caña de azúcar para la producción de bioetanol es de reciente introducción en la altillanura y aun no se cuenta con datos de producción bajo condiciones comerciales. Los estudios preliminares permiten prever un rendimiento de 95 toneladas de caña por hectárea. Los costos de producción de mayor ponderación durante las fases de establecimiento y sostenimiento son los de corte, alce y transporte de la caña y la utilización de correctivos de acidez y fertilizantes del suelo. Debido a que en 2012 aún no se comercializa caña en la región no se cuenta con precios de este producto para la altillanura.
- La palma de aceite de la región se cultiva especialmente en el municipio de Puerto Gaitán. Bajo las condiciones de la zona, los rendimientos son de 2,3 toneladas de almendra/ha en el tercer año, hasta 8,2 t/ha en el quinto año. Los costos de producción de mayor ponderación durante el establecimiento del cultivo son la compra de plántulas y la preparación de suelos. A partir del segundo año, el mantenimiento del cultivo se convierte en el rubro más importante e involucra la mano de obra para el control de malezas (químico y mecánico), las fertilizaciones, la protección contra incendios y el mantenimiento de caminos, entre otros. En la medida en



que se va incrementando la producción, los costos de cosecha y transporte van adquiriendo una mayor ponderación. Los precios en 2012 para la almendra eran de \$611/kg y para el aceite crudo de palma de \$1.822/kg.

- Para el caso de cultivos forestales se tomó la estructura de costos del pino caribe, por ser la especie forestal cultivada más extendida en la región. Se observa que, durante el establecimiento, los mayores costos están representados en insumos como plántulas y fertilizantes, la mano de obra y la maquinaria utilizada en la preparación del suelo y la siembra. En los años subsiguientes adquieren mayor peso rubros como la mano de obra para el mantenimiento del cultivo, la cosecha y el transporte de la madera. La actividad de cosecha o entresaca se desarrolla a partir del quinto año, cada 4 años. Se estima un rendimiento que va de 53 m<sup>3</sup> de madera en la primera entresaca a los 5 años, hasta 224 m<sup>3</sup> en la cuarta entresaca en el año 17. En 2012, los precios de venta eran de \$80.000/m<sup>3</sup>. El incentivo forestal se otorga a los productores de pino y representa cerca del 50 % de los costos de producción.
- En ganadería bovina se encontró que la sabana nativa solo permite una capacidad de carga de 0,3 cabezas/ha, en tanto que en sabanas mejoradas la capacidad de carga sube a 1,3 o 1,5 cabezas/ha y en condiciones de alta tecnificación hasta 4 cabezas/ha. Los mayores costos corresponden a la compra de animales, el arrendamiento de la tierra y la mano de obra. El precio de venta del ganado en pie para 2012 fue de \$3.240/kg.

## **Impactos sociales y ambientales de los actuales sistemas de producción**

Para evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos de los actuales sistemas de producción en la altillanura plana, con respecto a la situación anterior (sistemas tradicionales o sabana nativa), se seleccionó una muestra aleatoria de 60 productores (propietarios o administradores) o asistentes técnicos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre el nivel de impacto de los actuales sistemas de producción de la altillanura, analizados en tres grupos de indicadores: ambientales, socioeconómicos y de gestión.

## Impacto de cultivos transitorios

La percepción del impacto de la introducción de cultivos transitorios, tomando todo el conjunto de indicadores, fue relativamente bajo, pero positivo (0,46). Se identificó un impacto ambiental negativo en el uso de insumos, del suelo y consumo de energía. Los nuevos sistemas de producción de arroz, maíz y soya usan más abonos, plaguicidas, etc., así como un mayor consumo de energía por ser cultivos mecanizados. Se reconoce una pequeña mejora en la recuperación de suelos y ambientes degradados. Los impactos socioeconómicos son, en general, positivos, específicamente sobre la calidad de los productos, la capacitación del personal, la creación y la calidad del empleo y la valorización de las fincas. Por otra parte, se indican impactos negativos sobre la salud ambiental y personal y sobre la seguridad y la salud ocupacional que involucran indicadores que miden la emisión de contaminantes a la atmósfera y al agua y la generación de focos de molestias y enfermedades, lo que es una alerta para el futuro. Se observa un impacto en gestión positivo en las fincas, relacionado con capacitación, planeación, presencia de registros técnicos y contables, etc. La gestión de residuos presenta un valor negativo.

## Impacto del cultivo de caucho

La percepción acerca de los impactos de la introducción de cultivos de caucho ha sido positiva; toda vez que obtuvieron un índice agregado de 1,67. Los impactos ambientales son, en general, positivos, aunque se presentan calificaciones negativas en el incremento del uso de insumos y el consumo de energía. Pero cabe destacar que los encuestados perciben que los impactos han sido positivos en cuanto al suelo, la biodiversidad y las emisiones a la atmósfera. Dichos resultados contrastan con los de cultivos transitorios en donde estos indicadores presentaron valores negativos. En términos socioeconómicos los resultados obtenidos fueron, por lo general, positivos; la excepción es la salud personal y ambiental y la salud ocupacional, que presentaron índices negativos. Cabe destacar el impacto positivo sobre la valorización de las fincas y la generación de ingresos, así como los indicadores de capacitación y de generación y calidad del empleo. Los indicadores de gestión y administración de las fincas fueron muy positivos. Este es un excelente resultado, lo que augura un futuro muy promisorio para estos cultivos desde el punto de vista de la gestión.



## Impacto de la ganadería

La percepción acerca de los impactos de la introducción de praderas mejoradas en sistemas de producción ganaderos han sido positivos al obtener un índice agregado de 1,06. Los impactos ambientales de la ganadería son, en general, negativos, considerando el conjunto de los indicadores. Con la ganadería, hay un incremento del uso de insumos agrícolas y veterinarios y del consumo de agua y energía. De la misma manera, los encuestados afirman que hay impactos negativos en la calidad del suelo y del agua y en el incremento de las emisiones a la atmósfera. En términos socioeconómicos, los resultados obtenidos fueron, por lo general, positivos a excepción de los indicadores de salud personal y ambiental y de salud ocupacional, que presentaron índices negativos. De los resultados cabe destacar el impacto positivo en el valor de las fincas y la generación de ingresos, así como en los indicadores de capacitación y de generación y calidad del empleo. Los impactos de la ganadería en gestión y administración de las fincas fueron muy positivos Y, comparativamente con los sistemas transitorios, en la gestión para la ganadería son más altos, pero inferiores a los obtenidos para caucho.

### Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en el estudio de la línea base socioeconómica y técnica de los sistemas de producción agropecuarios de la altillanura, se recomienda lo siguiente:

Continuar la investigación y el desarrollo de tecnologías para lograr sistemas productivos más competitivos y sostenibles desde el punto de vista socioeconómico, ambiental y de gestión. Se llama la atención en el cuidado que se debe tener en la preservación de los recursos de agua, energía y biodiversidad, identificados como factores críticos en la sostenibilidad ambiental de los sistemas agropecuarios introducidos.

En el caso de los cultivos de palma de aceite y caña de azúcar se deberá hacer un seguimiento a más largo plazo de sus impactos en términos ambientales y socioeconómicos. La investigación para la introducción y ampliación de estos cultivos bioenergéticos en la altillanura debe ser sistemática e integral, vinculando

diversas disciplinas agronómicas y de proceso para provocar los menores daños al ambiente. Para adelantar una investigación en este sentido, es conveniente la celebración de alianzas público-privadas.

Los resultados de la línea de base deben apoyar la agenda futura del convenio MADR-Corpoica-CIAT, además de facilitar el proceso de monitoreo y evaluación de su impacto. Con este propósito, se recomienda diseñar e implementar un sistema de monitoreo de los productos del convenio.

Dado el potencial de la altillanura plana, se recomienda extender el estudio de línea de base a toda su área, incluyendo la altillanura plana del Vichada.

La evaluación de impacto ambiental vía Ambitec que indaga la percepción de los actores locales debería ser complementada y profundizada con la aplicación de métodos de medición directa en las fincas. Una alternativa metodológica en esta línea sería la aplicación del método Apoia rural, desarrollado por Embrapa.





## Bibliografía

- Agronet. 2010. Costo de producción por hectárea; [consultado 2013 mar 11]. <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/boletines/Costos-2010trim4/Agricolas/Llanos%20Orientales/EC%20Palma%20de%20Aceite-grande.pdf>
- Álvarez C. 2001. Evaluación económica de alternativas de inversión, con aplicación en el sector agropecuario. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Amézquita MC, Chatel M, Guimarães E, Silva J, Ospina Y. 1995. Análisis estadístico de un ensayo exploratorio para toma de decisiones metodológicas. Trabajo presentado en la IV Reunión Anual de Investigación Agropastoril. Sataacruz, Bolivia.
- BNA. 2012. Información de precios a diciembre de 2012; [consultado 2013 mar 8]. [http://www.bna.com.co/index.php?option=com\\_content&view=frontpage&Itemid=1](http://www.bna.com.co/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1).
- Bolaños E. 2010. La caña de azúcar en la altillanura. Villavicencio: Secretaría Agricultura del Meta.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1997. Informe de actividades 1997. Convenio de cooperación técnica y científica MADR-CIAT: Cali: CIAT.
- Colombia, Departamento Nacional de Planeación. Conpes 3797 de 2014. Política para el desarrollo integral de la Orinoquía: Altillanura-Fase I. Enero 12, 2014.
- Colombia, Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 0384 de 2012. Por la cual se determina el valor promedio nacional de los costos totales netos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de bosque plantado, se fija la cuantía máxima porcentual que se reconocerá por concepto de Certificado de Incentivo Forestal y se fija el incentivo por árbol, para el año 2013. Octubre 31, 2012.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2010a. Documento base para la implementación del Conpes de la altillanura plana de la Orinoquía colombiana: desarrollo tecnológico aporte Corpoica. Bogotá: Corpoica.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2010b. El rol de la ciencia y tecnología agropecuaria en el desarrollo de altillanura (aportes de Corpoica para el documento Conpes Altillanura). Bogotá: Corpoica.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2005. Censo General 2005; [consultado 2011 nov 15]. Bogotá: DANE. <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-registros-vitales/censos/censo-2005>.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 1993. Censo Nacional de Población y Vivienda 1993; [consultado 2011 nov 15]. Bogotá: DANE. [http://formularios.dane.gov.co/Anda\\_4\\_1/index.php/catalog/113](http://formularios.dane.gov.co/Anda_4_1/index.php/catalog/113).
- Departamento Nacional de Planeación. 2011. Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Bogotá: DNP
- El Tiempo. 2007. La altillanura es un nuevo polo de desarrollo para maíz, soya, caña, caucho y palma aceitera. El Tiempo. Secc. Otros.
- Espinosa R. 2010a. Cadenas productivas. Investigación en la cadena forestal 2002-2010. Villavicencio: Secretaría de Agricultura del Meta.
- Espinosa R. 2010b. Cadenas productivas. Desarrollos empresariales en la altillanura del Meta. Villavicencio: Secretaría de Agricultura del Meta.
- Federación Colombiana de Ganaderos. 2013. Precio frigorífico de Villavicencio. Bogotá: Fedegán; [consultado 2013 mar 8]. [http://portal.fedegan.org.co/portal/page?\\_pageid=93,1866323&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&p\\_anio\\_ini=2008&p\\_anio\\_fin=2008&p\\_mes\\_ini=12&p\\_mes\\_fin=12&p\\_frigo=%25&psexo=%25&pcalidad=%25](http://portal.fedegan.org.co/portal/page?_pageid=93,1866323&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_anio_ini=2008&p_anio_fin=2008&p_mes_ini=12&p_mes_fin=12&p_frigo=%25&psexo=%25&pcalidad=%25).
- Federación Colombiana de Municipios. 2008. Ficha municipal Puerto Gaitán. Bogotá: Federación Colombiana de Municipios; [consultado 2011 nov 1]. [http://www.fcm.org.co/fileadmin/fichas\\_municipales/ficha\\_50568000\\_es.pdf](http://www.fcm.org.co/fileadmin/fichas_municipales/ficha_50568000_es.pdf).
- Federación Nacional de Arroceros. 2013. Precios. Bogotá: Fedearroz; [consultado 2013 feb 2]. <http://www.fedearroz.com.co/precios.php>.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. 2010. Estudio sobre la competitividad del maíz y la soya en la altillanura colombiana. Bogotá: Crece.
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. 2013. Historia; [consultado 2013 mar 10]. <http://web.fedepalma.org/historia-de-la-palma-de-aceite>.
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. 2010. Anuario Estadístico 2010. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo. Bogotá: Fedepalma.



- Gobernación del Departamento del Meta. 2011. Evaluaciones agropecuarias Informe de coyuntura. Villavicencio: Gobernación del Departamento del Meta.
- Gobernación del Departamento del Meta. Secretaría de Agricultura. 2010. Plan de Desarrollo de la Altillanura. Villavicencio: Secretaría de Agricultura del Meta.
- Gobernación del Meta. 2009. Caracterización Municipio de Puerto Gaitán; [consultado 2011 nov]. <http://www.siid.gov.co/siid/forms/documentos/MicrosoftwordPuertoGaitán.pdf>.
- Herrera NA. 2009. Plan prospectivo agropecuario Puerto Gaitán 2020. Puerto Gaitán: Oficina Agropecuaria.
- Irias LJM, Gebler L, Palhares, JCP, Rosa MF, Rodrigues GS. 2004a. Avaliação de impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária-aplicação do Sistema Ambitec. *Agricultura em São Paulo*. 51(1):23-40.
- Irias LJM, Rodrigues GS, Campanhola C, Kitamura PC, Rodrigues IA. 2004b. Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas nos Segmentos Agropecuário, Produção Animal e Agroindústria (Sistema Ambitec). [consultado 2011 nov 11]. [http://www.cnpma.embrapa.br/public/public\\_pdf21.php3?tipo=lt&id=29](http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf21.php3?tipo=lt&id=29)
- La República. 2012. Cultivadores locales fortalecen el potencial exportador, social y ambiental del caucho. La República. Secc. Agronegocios.
- MADR, Corpoica, CIAT. 2010. Convenio de cooperación técnica y científica para el desarrollo sostenible y competitivo de la Orinoquia colombiana; [consultado 2013 mar 13]. <http://www.futuro-orinoquia.org/index.php/forestales-altillanura-2012/>.
- Martínez A, García F. 2006. Investigaciones en el cultivo del caucho en la Orinoquia y norte amazónico. Boletín 5. Villavicencio: Corpica-Pronatta.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2009. Documento cadenas productivas. La altillanura es un nuevo polo de desarrollo para maíz, soya, caña, caucho y palma aceitera. Bogotá: MADR.
- Monteiro RC, Rodrigues GS. 2006. A system of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture-Ambitec-Agro. *J Technol Manag Innov*. 1(3):47-59.

- Oil World. 2010. Oil World Annual 2010. Hamburg.
- Rincón A, Caicedo S. 2010. Establecimiento de pastos en sistemas ganaderos de los llanos colombianos. En: Rincón A, Jaramillo CA, editores. Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Villavicencio: Corpoica. pp. 75-111.
- Rincón A. 1995. Producción de semilla *Brachiaria dyctyoneura* y *Brachiaria Brizantha* en las sabanas bien drenadas de los llanos orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 17(3):41-44
- Rivas L. 2000. Desarrollo tecnológico y crecimiento económico en la Orinoquía y Amazonía colombianas. Pasado, presente y futuro. Tendencias socioeconómicas y evaluación económica ex-ante del cambio técnico. Cali: CIAT.
- Rivas L. 2004. Resultados, adopción e impacto en los llanos orientales de Colombia. Cali: CIAT.
- Rivas L, Hoyos P, Amézquita E, Molina DL. 2004. Manejo y uso de los suelos de la altillanura colombiana. Manejo y uso de los suelos de la altillanura colombiana. Cali: CIAT.
- Rodrigues GS, Campanhola C, Kitamura PC. 2002. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. *Cad Ciên Tecnol*. 19(3):349-375.
- Rodrigues GS, Campanhola C, Kitamura PC. 2003a. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. *Environ Impact Assess Rev*. 23(2):219-244.
- Rodrigues GS, Campanhola C, Kitamura PC. 2003b. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Agro. Documentos 34. Jaguariúna: Embrapa; [consultado 2011 nov 11]. [http://www.cnpma.embrapa.br/public/public\\_pdf21.php3?tipo=do&id=15](http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf21.php3?tipo=do&id=15).
- Rodrigues GS, Buschinelli CCA, Avila AFD. 2010. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. *Journal of Technology Management & Innovation*. 5(4):38-56.
- Rodríguez GA. (sin publicar). Evaluación de la adopción e impacto de las tecnologías generadas para el mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos de la altillanura plana del Meta. Bogotá: Corpoica.



- Valencia R, Leal D. 1999. Alternativas genéticas para sistemas de producción en sabanas de suelos ácidos de la Orinoquia. En: Guimarães EP, Sanz JI, Rao I, Amézquita MC, Amézquita E. Sistemas agropastoriles en sabanas tropicales de América Latina. Cali: CIAT-Embrapa. p. 313-313.
- Valencia RA, Caicedo S, Riveros G, Salamanca CR. 1997. El potencial de la soya en la Altillanura. En: ICA, Corpoica. El cultivo de la soya. Palmira: ICA. pp 347-358.

## Anexos

**Anexo 1.** Indicadores demográficos, sociales, infraestructura y de predios Puerto López y Puerto Gaitán

Indicador	Puerto López	Puerto Gaitán	Fuente
<b>Indicadores demográficos</b>			
Extensión municipal (km <sup>2</sup> )	6.239	17536	IGAC
Población proyectada 2011	31.647	18.089	DANE
Densidad de población (habitantes/km <sup>2</sup> )	5,1	1,0	Calculado
Población cabecera	64,0 %	37,0 %	DANE
Población rural	36,0 %	63,0 %	DANE
Población afrocolombiana	1,3 %	0,8 %	DANE
Población indígena	2,8 %	35,2 %	DANE
Índice de mujeres por 100 hombres	106	114	DANE
Índice de vejez	16	8	DANE
<b>Indicadores sociales</b>			
Población económicamente activa	41,9 %	34,6 %	DANE
Índice de dependencia económica	0,70	0,92	DANE
Índice de condiciones de vida rural	61,5	40,8	DANE
Población con necesidades básicas insatisfechas	32,8 %	65,5 %	DANE
Población rural con necesidades básicas insatisfechas	42,9 %	83,4 %	DANE

(Continúa)



(Continuación anexo 1)

Indicador	Puerto López	Puerto Gaitán	Fuente
<b>Indicadores sociales</b>			
Índice de desarrollo endógeno	26,2	22,1	DNP
Tasa de analfabetismo de mayores de 15 años	13,4%	23,9%	DANE
Personas que salieron por desplazamiento entre 2006 y 2010	834	1.241	
Personas que llegaron por desplazamiento entre 2006 y 2010	730	466	
<b>Indicadores de infraestructura y servicios</b>			
Cobertura del servicio de acueducto en áreas rurales	53,1%	16,9%	DANE
Cobertura del servicio de alcantarillado en áreas rurales	17,8%	4,3%	DANE
Cobertura del servicio de electricidad en áreas rurales	57,8%	16,7%	DANE
Cobertura del servicio de telefonía fija en áreas rurales	2,1%	2,1%	DANE
Vías terciarias en el municipio (km)	253	ND	
<b>Indicadores agropecuarios</b>			
Número de predios rurales	3.874	1.427	IGAC
Área total de predios rurales (ha)	657.595	1.693.971	IGAC
Avalúo total predios rurales (millones de \$)	283.629	158.835	IGAC
Área promedio predios rurales (ha)	170	1.187	Calculado
Avalúo promedio predios rurales (\$/ha)	431.313	93.765	Calculado

Fuente: Gobernación... 2011

**Anexo 2. Arroz seco 2011, Puerto López y Puerto Gaitán**

Municipio	2010						2011					
	Semestre A			Semestre B			Semestre A			Semestre B		
	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área	Producción	Rendimiento
Puerto López	9.973	46.873	4,7	1.350	6.750	5	12.785	31.963	2,5	2.000	8.000	4
Puerto Gaitán	4.046	21.444	5,3	95	503,5	5,3	4.209	10.523	2,5	200	800	4

Fuente: Gobernación... 2011

**Anexo 3. Arroz mecanizado 2011, Puerto López y Puerto Gaitán**

Municipio	2010						2011					
	Semestre A			Semestre B			Semestre A			Semestre B		
	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área	Producción	Rendimiento
Puerto López	12.939	63.483	4,9	5.250	26.250	5	10.068	40.170	3,99	4.435	17.710	3,99
Puerto Gaitán	4.046	21.444	5,3	95	504	5,3	4.209	10.523	2,5	200	800	4

Fuente: Gobernación... 2011



## Anexo 4. Maíz tecnificado 2011, Puerto López y Puerto Gaitán

Municipio	2010						2011					
	Semestre A			Semestre B			Semestre A			Semestre B		
	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área	Producción	Rendimiento
Puerto López	2.174	10.870	5	2.400	10.800	4,5	2.496	12.480	5	3.200	16.000	5
Puerto Gaitán	379	2.085	5,5	1.800	9.900	5,5	1.000	5.500	5,5	2.100	11.550	5,5

Fuente: Gobernación... 2011

## Anexo 5. Soya 2011, Puerto López y Puerto Gaitán

Municipio	2010						2011					
	Semestre A			Semestre B			Semestre A			Semestre B		
	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área	Producción	Rendimiento
Puerto López	2.529	6.323	2,5	2.914	7.285	2,5	3.324	8.310	2,5	3.414	8.535	2,5
Puerto Gaitán	5.351	13.378	2,5	2.850	7.125	2,5	10.750	26.875	2,5	3.350	8.375	2,5

Fuente: Gobernación... 2011

**Anexo 6.** Caña panelera, 2011 Puerto Gaitán

Municipio	2010				2011			
	Área Sembrada (ha)	Área en Producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento. (t/ha)	Área Sembrada (ha)	Área en Producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento. (t/ha)
Puerto Gaitán	30	25	150	6	35	30	180	6

Fuente: Gobernación... 2011

**Anexo 7.** Caña biocombustible, 2011 Puerto López

Municipio	2010				2011			
	Área Sembrada (ha)	Área en Producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento. (t/ha)	Área Sembrada (ha)	Área en Producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento. (t/ha)
Puerto Gaitán	1.300	740	5.180	7	2.000	1.300	9.100	7

Fuente: Gobernación... 2011


**Anexo 8. Caucho 2011, Puerto López y Puerto Gaitán**

Municipio	2010				2011			
	Área sembrada (ha)	Área en producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área sembrada (ha)	Área en producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Puerto Gaitán	7734	528	1.162	2,2	9.082	528	1.162	2,2
Puerto Gaitán	1.486	15	20	1,3	1.780	15	20	1,3

Fuente: Gobernación... 2011

**Anexo 9. Palma de aceite 2011, Puerto López y Puerto Gaitán**

Municipio	2010				2011			
	Área sembrada (ha)	Área en producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Área sembrada (ha)	Área en producción (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Puerto Gaitán	2.500	1.500	4.500	3	3.050	2.050	6.150	3
Puerto Gaitán	13.200	6.000	18.000	3	16.000	13.200	39.600	3

Fuente: Gobernación... 2011

**Anexo 10. Forestales 2011, Puerto López y Puerto Gaitán**

Municipio	2010	2011
	Área plantada (ha)	Área plantada (ha)
Puerto Gaitán	3.250	4.930
Puerto Gaitán	710	1.110

Fuente: Gobernación... 2011

Impresión y encuadernación:  
Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.



[www.carvajalsolucionesdecomunicacion.com](http://www.carvajalsolucionesdecomunicacion.com)

Terminó de imprimirse  
Noviembre de 2015, Bogotá, DC, Colombia

