



Evaluación de tierras para diez tipos de uso agropecuario en el departamento del Tolima

Convenio N° 1112 de 10 Diciembre de 2014

Línea Base del Proyecto



ÓSCAR BARRETO QUIROGA
Gobernador del Tolima

JUAN RODRÍGO ALVARADO MORENO
Secretario de Desarrollo Agropecuario y Producción Alimentaria

JHON JAIRO HUEJE
SIMÓN HARRINSON BUSTOS
Supervisores del Convenio



**Universidad
del Tolima**

JOSÉ HERMÁN MUÑOZ ÑUNGO
Rector

LUÍS ALFREDO LOZANO
Decano Facultad Ingeniería Forestal

URIEL PÉREZ GÓMEZ
Director científico del proyecto

Autores

Grupo de Investigación
Cuencas Hidrográficas



Uriel Pérez Gómez
Nidia Esperanza Ortiz Lozano

Grupo de Investigación
Centro de Desarrollo Agroindustrial del Tolima
"CEDAGRITOL"



Claudia Patricia Valenzuela Real
Yanneth Bohórquez Pérez

Grupo de Investigación
Agronomía de Riegos, Producción y Agroclima
"GIARPA"



Yenny Fernanda Urrego Pereira

Grupo de Investigación en Desarrollo
Rural Sostenible "GDRS"

Jaqueline Chica Lobo
Félix Augusto Moreno Elcure

Corporación Colombiana de Investigación
Agropecuaria CORPOICA



Luisa Amparo Díaz Jaimes

Colaboradores

Profesionales

Andrés Felipe Santos Lozano
Anuar Andrés Aguirre Céspedes
Carlos Alfonso Mosos Torres
Carlos Andrés Aguirre
Carlos Andrés Rojas Marín
David Felipe Gómez Rodríguez
Gustavo Edelmo Bonilla Arias
Henry Giovanni Rubiano Sotelo
Leidy Katherine González Céspedes
Luis Adalberto Pérez Vásquez
Mario Alejandro Díaz Cuellar
Sergio Andrés Morales Orjuela
Vannesa Alejandra Montoya Sánchez
Zaira Vannesa Ravagli Rodríguez

Personal de apoyo

Álvaro Javier Urrea Varón
Carlos Eduardo Mejía Quesada
Henry Cárdenas Roa
Jholman Andrés Cuartas Mora
Johana Milena Forero Miranda
Laura Stephanie Posada
Mariana Herrera Yáñez

Pasantes universitarios

Carlos Alberto Millán Basto
Cristian Camilo Jiménez

Instituciones colaboradoras



Este documento corresponde a la **Línea Base de Evaluación de Tierras para el Departamento del Tolima a Escala 1:100.000** del Convenio interadministrativo No. 1112 del 10 de diciembre de 2014, celebrado entre La Gobernación del Tolima y la Universidad del Tolima.

Como citar:

Evaluación de tierras para diez tipos de utilización en el Departamento del Tolima a Escala 1:100.000 / Uriel Pérez Gómez... [et al]; Ibagué: Universidad del Tolima & Gobernación del Tolima, 2016.

I. Uriel Pérez Gómez II. Nidia Esperanza Ortiz Lozano III. Claudia Patricia Valenzuela Real IV. Yanneth Bohórquez Pérez V. Yenny Fernanda Urrego Pereira VI. Jaqueline Chica Lobo VII. Félix Augusto Moreno Elcure VIII. Luisa Amparo Díaz Jaimes.

© 2016, Universidad del Tolima y Gobernación del Tolima. Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total o parcial debe ser autorizada por la Universidad del Tolima y la Gobernación del Tolima.

CONTENIDO

ANTECEDENTES	20
1. CONTEXTO GENERAL	20
2. MARCO CONCEPTUAL	21
2.1 PLANIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA.	22
2.1.1 Determinación de la aptitud de las tierras.	23
2.1.2 Principios de la evaluación de tierras	24
2.1.3 Cualidades y limitaciones de la tierra para diferentes usos.....	24
2.1.4 Cambios en la evaluación de tierra en las últimas décadas.	25
2.1.5 Tipo de Uso de la Tierra – TUT-	26
2.1.6 Unidad de Tierras –UT-	26
2.2 MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL	26
2.3 POLÍTICA AGRÍCOLA	29
3. METODOLOGÍA	30
3.1 FASE I. FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS	32
3.1.1 Objetivo General	32
3.1.2 Objetivos Específicos	32
3.2 FASE II. CONSULTAS INICIALES. EL TERRITORIO: CARACTERIZACIÓN DE LOS MUNICIPIOS A SER EVALUADOS.	32
3.2.1 Datos e información y tecnologías disponibles.....	33
3.2.2 Definición de los rangos de aptitud	34
3.2.3 Caracterización del territorio.....	34
Tipo de paisaje	35
Conflicto de uso	37
Capacidad de uso.....	39
Minería e hidrocarburos en el departamento	41
Diagnostico agropecuario	45
Diagnóstico ganadero.....	46
Metodología diagnóstico ganadero	46

Diagnóstico agroindustrial	47
Metodología diagnóstico industrial	48
3.3 FASE III. UNIDADES DE TIERRA –UT- PARA EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA	50
Levantamiento de suelos	50
Condiciones de enraizamiento	52
Capacidad de laboreo	52
Disponibilidad de humedad	53
Disponibilidad de oxígeno	54
Conservación de suelos	55
Disponibilidad de nutrientes	55
3.4 FASE IV. TIPOS DE USO DE LA TIERRA	56
3.4.1 Selección de TUT	57
Revisión y análisis de antecedentes	57
Revisión de políticas nacionales y departamentales	57
Estudios nacionales	57
Estudios departamentales	59
Análisis de la oferta agrícola del departamento.....	60
Priorización por el método de Brown y Gibson.....	61
Priorización por expertos externos por el método Delphi	63
3.4.2 Componente Económico para los TUT priorizados	64
3.5 FASE V. USO ACTUAL Y COBERTURA DEL SUELO.	64
3.6 FASE VI. CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS SEGÚN SU APTITUD (EVALUACIÓN DE TIERRAS)	70
3.6.1 Componente Físico-biótico	71
Subcomponente Clima	73
Subcomponente Suelo	88
3.6.2 Componente Socioeconómico	91
Indicadores Económicos Municipales	92
Mercado Laboral	96

Distribución y Tamaño de Predios	99
Avalúos catastrales integrales de tierras rurales.....	99
Seguridad Ciudadana	100
Institucionalidad.....	101
Condiciones de Vida	102
Tipo de Propietario.....	102
Infraestructura logística.....	103
3.6.3 Componente Socioecosistémico	104
Integridad ecológica	105
Cobertura vegetal asociado al tipo de bioma	109
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	115
Exclusiones Legales.....	115
3.6.4 Métodos y técnicas de análisis para la obtención de la evaluación de tierras para el departamento del Tolima.....	118
3.6.5 Evaluación financiera y económica	124
4. RESULTADOS.....	124
4.1 COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO	124
Subcomponente clima	124
4.1.1 Altitud	127
4.1.2 Precipitación.....	129
4.1.3 Temperatura del Aire.....	131
4.1.4 Humedad Relativa del Aire.....	132
4.1.5 Brillo solar - Horas Luz.	134
4.2 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO.....	148
4.2.1 Indicadores económicos municipales.....	148
4.2.2 Mercado laboral.....	155
4.2.3 Distribución y tamaño de los predios.....	158
4.2.4 Avalúos catastrales integrales de tierras rurales.....	160
4.2.5 Seguridad Ciudadana.....	162
4.2.6 Institucionalidad.....	164

4.2.7 Condiciones de vida	166
4.2.8 Tipo de propiedad	190
4.3 COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO.....	192
4.3.1 Clasificación de las tierras según su aptitud.....	198
4.4 COMPONENTE AGROINDUSTRIAL	230
4.4.1 Componente agroindustrial del departamento del Tolima	230
4.4.2 Cadenas productivas.....	234
4.4.3 Prospectiva agroindustrial para el departamento del Tolima.....	240
4.4.4 Contexto general del sector agroindustrial nacional.....	240
4.4.5 Oportunidades de mercado	243
4.4.6 Contexto agroindustrial departamental.....	244
4.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA DIEZ TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA, PARA EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.....	257
CONCLUSIONES	262
REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	264

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las agroindustrias de acuerdo con la actividad de procesamiento.....	48
Tabla 2. Empresas de interés agrícola y pecuario en el departamento del Tolima.	49
Tabla 3. Criterio y variables de la tierra para la evaluación física del departamento del Tolima.....	51
Tabla 4. Imágenes RapidEye 2015, utilizadas para la actualización del Mapa de Coberturas de la tierra del departamento del Tolima.	65
Tabla 5. Cuestionario de campo en colectores Juno SD para la captura de información.....	67
Tabla 6. Criterio y variables del componente físico biótico para la evaluación de tierras en el departamento del Tolima	73
Tabla 7. Periodo de duración para cada TUT	81
Tabla 8. Profundidad radicular para cada TUT	82
Tabla 9. Clasificación de Köppen.....	84
Tabla 10. Clasificación de pisos térmicos	87
Tabla 11. Rangos de la clasificación climática de Caldas.....	87
Tabla 12. Rangos de la clasificación climática de Lang.....	87
Tabla 13. Rangos de la clasificación climática Caldas – Lang.....	88
Tabla 14. Criterios y variables socioeconómicas para la evaluación de tierras en el departamento del Tolima.....	91
Tabla 15. Aptitud para los Indicadores económicos municipales del departamento del Tolima.....	93
Tabla 16. Rangos de aptitud para la valoración de las condiciones económica del departamento del Tolima.....	95
Tabla 17. Aptitud para el mercado laboral municipal del departamento del Tolima	96
Tabla 18. Aptitud del mercado laboral por municipio del departamento del Tolima.	98
Tabla 19. Rangos de aptitud para la valoración de la distribución y tamaño de los predios del departamento del Tolima.	99
Tabla 20. Rangos de aptitud para la valoración de los avalúos catastrales de los predios del departamento del Tolima.	100

Tabla 21. Valor de ponderación para la seguridad ciudadana del departamento del Tolima.	101
Tabla 22. Valor de ponderación para la presencia institucional del departamento del Tolima.....	101
Tabla 23. Valores de aptitud para condiciones de vida de la zona rural del departamento del Tolima.....	102
Tabla 24. Valores de aptitud para tipo de propiedad en el departamento del Tolima.	103
Tabla 25. Rangos de aptitud, Criterio Infraestructura logística	104
Tabla 26. Aptitud índice de naturalidad – INAT de la Integridad Ecológica.	108
Tabla 27. Aptitud de concentración de especies sensibles o endémicas ACES.	109
Tabla 28. Aptitud. Integridad Ecológica	109
Tabla 29. Rangos de aptitud para tipos de cobertura vegetal.....	111
Tabla 30. Unidades eco biogeográficas – Tipos de Biomas, para el departamento del Tolima.....	112
Tabla 31. Rangos de aptitud cobertura vegetal asociado al tipo de bioma	114
Tabla 32. Criterios de aptitud amenaza de incendios de la cobertura vegetal	115
Tabla 33. Condicionantes para los diez TUT agropecuarios, para el departamento del Tolima.....	117
Tabla 34. Exclusiones legales para los diez TUT agropecuarios, para el departamento del Tolima.....	117
Tabla 35. Valoración de ponderación para los juicios de valor para la evaluación de tierras del departamento del Tolima	122
Tabla 36. Categorías de aptitud de evaluación de Tierras para los TUT priorizados para el departamento del Tolima.....	123
Tabla 37. Número de estaciones aportadas por entidad	126
Tabla 38. Estaciones seleccionadas por variable para el departamento del Tolima.	127
Tabla 39. Gradientes altitudinales mensuales para el departamento del Tolima	131
Tabla 40. Modelos matemáticos para el cálculo de horas luz.....	135
Tabla 41. Proporción por piso térmico para el departamento del Tolima.....	140
Tabla 42. Proporción. Según Köppen para el departamento del Tolima.....	144
Tabla 43. Proporción. Según Caldas – Lang, para el departamento del Tolima.	147

Tabla 44. Coeficiente de localización.....	152
Tabla 45. Índice de desempeño integral para el departamento y para el municipio.	154
Tabla 46. Estructura de empleo de Ibagué por actividades económicas. 2013 ..	155
Tabla 47. Distribución poblacional del departamento del Tolima 2005- 2010-2014	168
Tabla 48. Personas expulsadas y recibidas por municipio años 2005 – 2014 para el departamento del Tolima.....	170
Tabla 49. Tasa de cobertura educativa bruta de los municipios del departamento del Tolima 2007-2013.....	174
Tabla 50. Índice de necesidades insatisfechas en los municipios del departamento del Tolima 2005-2014.....	180
Tabla 51. Índice de coeficiente Gini de los municipios del departamento del Tolima, 2014.....	185
Tabla 52. Resguardos del Tolima: Ubicación, etnias, áreas y población (ajustada a diciembre de 2003 – certificación para la vigencia 2003).....	187
Tabla 53 Establecimientos agroindustriales del centro del Tolima.....	231
Tabla 54. Establecimientos Agroindustriales del norte del Tolima	232
Tabla 55. Establecimientos Agroindustriales del suroriente del Tolima.	233
Tabla 56. Cadena del cultivo de arroz (Oryza sativa L)	235
Tabla 57. Cadena del cultivo de Mango (Mangifera indica).....	237
Tabla 58. Cadena del cultivo de Café.....	238
Tabla 59. Cadena del cultivo de Cacao.	238
Tabla 60. Apuestas productivas agroindustriales de interés para el país y el departamento del Tolima.....	241
Tabla 61. Volumen de participación en la producción nacional de los principales productos agrícolas del departamento del Tolima	245
Tabla 62. Participación y crecimiento de la industria manufacturera del Tolima respecto a la industria nacional	247
Tabla 63. Potencialidad agroindustrial del departamento del Tolima.....	247
Tabla 64. Evolución de las exportaciones del Tolima	248
Tabla 65. Evaluación financiera y social de los diez TUT agrícola para el departamento del Tolima.....	260
Tabla 66. Mejor TUT según la relación Beneficio Costo -RBC-	261

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama conceptual de la metodología propuesta para la evaluación de tierras con fines agropecuarios.	31
Figura 2. Porcentaje de unidades de paisaje en el departamento del Tolima.	35
Figura 3. Distribución espacial del tipo de paisaje para el departamento del Tolima.	36
Figura 4. Porcentaje del conflicto de uso del suelo del departamento del Tolima	37
Figura 5. Distribución espacial del conflicto de uso para el departamento del Tolima.	38
Figura 6. Porcentaje de categorías de capacidad de uso del suelo para el departamento del Tolima.....	39
Figura 7. Distribución espacial de la capacidad de uso para el departamento del Tolima.	40
Figura 8. Porcentaje de área absoluta de las actividades mineras en los municipios del departamento del Tolima. 1990 al 2014.	42
Figura 9. Explotación de recursos no renovables del departamento.	43
Figura 10. Distribución espacial de títulos mineros y títulos de hidrocarburos en el departamento del Tolima.....	44
Figura 11. Esquema de desarrollo metodología Delphi.....	63
Figura 12. Esquema metodológico para la actualización del mapa de coberturas de la tierra del departamento del Tolima.	65
Figura 13. Cubrimiento de imágenes RapidEye sobre departamento del Tolima.	66
Figura 14. Reinterpretación y actualización de las unidades de cobertura existentes en la capa nacional de coberturas Corine Land Cover 2005 – 2009, para el departamento del Tolima.....	68
Figura 15. Puntos de verificación en campo y método de captura de información	69
Figura 16. Componente y criterios en la evaluación de tierras para diez Tipos de Utilización de Tierras para el departamento del Tolima.	72
Figura 17. Matriz de datos para la variable Brillo solar.....	77
Figura 18. Criterios componente socioeconómico.....	92
Figura 19. Criterios del componente socioecosistémico.....	105
Figura 20. Distribución espacial de los condicionantes ambientales para el departamento del Tolima.....	119

Figura 21. Distribución espacial de las exclusiones legales para los diez TUT agropecuaria, para el departamento del Tolima.....	120
Figura 22. Distribución espacial de los condicionantes y exclusiones legales para el departamento del Tolima.....	121
Figura 23. Localización de las estaciones hidrometeorológicas para el departamento del Tolima.....	125
Figura 24. Distribución espacial de las estaciones seleccionadas para el departamento del Tolima.....	126
Figura 25. Modelo de Elevación Digital para el departamento del Tolima.....	128
Figura 26. Precipitación total anual para el departamento del Tolima.....	129
Figura 27. Comportamiento modelo de interpolación vs, valores observados ...	130
Figura 28. Estimación termométrica para el departamento del Tolima.....	132
Figura 29. Humedad relativa del aire media anual para el departamento del Tolima.	134
Figura 30. Horas luz promedio anual para el departamento del Tolima.....	136
Figura 31. Evapotranspiración de referencia media anual para el departamento del Tolima.....	137
Figura 32. Balance hídrico atmosférico anual para el departamento del Tolima	139
Figura 33. Pisos térmicos para el departamento del Tolima.....	142
Figura 34. Clasificación climática para el departamento del Tolima según Köppen (1936).....	143
Figura 35. Proporción de ocurrencia de tipos de clima según Caldas – Lang. Para el departamento del Tolima.....	146
Figura 36. Participaciones por actividad en el departamento del Tolima 2013...	148
Figura 37. Valor del PIB a precios constantes nacional y Tolima 2000-2013.....	149
Figura 38. Tasa de crecimiento PIB precios constantes 2000-2013.....	150
Figura 39. Participación % del PIB del Tolima en el PIB nacional 2000-2013....	150
Figura 40. PIB del departamento del Tolima por ramas de actividad económica a precios constantes 2000-2013.....	151
Figura 41. PIB agropecuario del departamento del Tolima. (Variación %) 2001-2013.....	153
Figura 42. PIB agropecuario nacional y PIB agropecuario del departamento del Tolima (variación %) 2001-2013.....	154

Figura 43. Distribución espacial de la aptitud según indicadores económicos evaluados por municipio del departamento del Tolima.	156
Figura 44. Distribución espacial de la aptitud del mercado laboral por municipio del departamento del Tolima.....	157
Figura 45. Distribución espacial de la aptitud de tamaño de predio para el departamento del Tolima.....	159
Figura 46. Distribución espacial de la aptitud por avalúo catastral para el departamento del Tolima.....	161
Figura 47. Distribución espacial de la aptitud de seguridad ciudadana para el departamento del Tolima.....	163
Figura 48. Distribución espacial de la aptitud de institucionalidad para el departamento del Tolima.....	165
Figura 49. Población en el departamento del Tolima año 2005-2010-2014	166
Figura 50. Pirámide poblacional total por grupo de edad y sexo del departamento del Tolima año 2014.....	172
Figura 51. Cobertura, Educación para el Departamento del Tolima (2007-2013).	173
Figura 52. Distribución de las categorías de niveles de satisfacción a partir de datos del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. Sector Rural.	178
Figura 53. Distribución de las categorías de niveles de satisfacción a partir de datos del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. Sector Urbano.	179
Figura 54. Comparativo del Coeficiente de Gini 2002-2013 (Nacional y departamento del Tolima).....	183
Figura 55. Niveles de desigualdad en el departamento del Tolima a partir del índice GINI.	184
Figura 56. Distribución espacial de la aptitud de condiciones de vida para el departamento del Tolima.....	189
Figura 57. Distribución de la propiedad según tipo de propietario del departamento del Tolima.....	190
Figura 58. Aptitud según criterio tipo de propiedad para el departamento del Tolima.	191
Figura 59. Aptitud según criterio de amenaza de incendios para el departamento del Tolima.....	195
Figura 60. Aptitud según criterio de cobertura vegetal asociado al tipo de bioma	196

Figura 61. Aptitud según criterio de integridad ecológica para el departamento del Tolima.	197
Figura 62. Aptitud de la tierra para diez tipos de uso agropecuario en el departamento del Tolima.	199
Figura 63. Mapa de aptitud para el cultivo de Arroz (<i>Oryza sativa</i> L). Ciclo I.	200
Figura 64. Porcentaje de área de aptitud Cultivo de Arroz (<i>Oryza sativa</i> L).Ciclo I.	201
Figura 65. Mapa de aptitud para el cultivo de Arroz (<i>Oryza sativa</i>). Ciclo II.	202
Figura 66. Porcentaje de área de aptitud Cultivo de Arroz (<i>Oryza sativa</i> L).Ciclo II.	203
Figura 67. Mapa de aptitud para el cultivo de Café (<i>Coffea arabica</i> L).	204
Figura 68. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Café (<i>Coffea arabica</i> L). ..	205
Figura 69. Mapa de aptitud para el cultivo de Fríjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L).	206
Figura 70. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Fríjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L).	207
Figura 71. Mapa de aptitud para el cultivo de Mango (<i>Mangifera indica</i>).	208
Figura 72. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Mango (<i>Mangifera indica</i>).	209
Figura 73. Mapa de aptitud para el cultivo de Aguacate <i>hass</i> (<i>Persea americana</i> . Mill).	210
Figura 74. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Aguacate Lorena (<i>Persea americana</i> . Mill).	211
Figura 75. Mapa de aptitud para el cultivo de Aguacate Lorena (<i>Persea americana</i> . Mill)	212
Figura 76. Porcentaje de área de aptitud para el cultivo de Aguacate Lorena (<i>Persea americana</i> . Mill)	213
Figura 77. Mapa de aptitud para el cultivo de Cacao (<i>Theobroma Cacao</i> , L).	214
Figura 78. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Cacao (<i>Theobroma Cacao</i> . L).	215
Figura 79. Mapa de aptitud. Cultivo de Plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L).	216
Figura 80. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L).	217
Figura 81. Mapa de aptitud para el cultivo de Lima tahití (<i>Citrus latifolia</i> T).	218
Figura 82. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Lima tahití (<i>Citrus latifolia</i> T).	219

Figura 83. Mapa de aptitud para el cultivo de Algodón (<i>Gossypium herbaceum</i> L).	220
Figura 84. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Algodón (<i>Gossypium herbaceum</i> L).	221
Figura 85. Mapa de aptitud para el cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L). Ciclo I.	222
Figura 86. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L). Ciclo .	223
Figura 87. Mapa de aptitud para el cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> . L). Ciclo II.	224
Figura 88. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L). Ciclo II.	225
Figura 89. Mapa de aptitud. Pastos de Zona Cálida.....	226
Figura 90. Porcentaje de área de aptitud. Pastos de Zona Cálida.	227
Figura 91. Mapa de aptitud. Pastos de Zona fría.....	228
Figura 92. Porcentaje de aptitud baja. Pastos de Zona Fría.....	229
Figura 93. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de Café.....	250
Figura 94. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de molinería y textiles.....	251
Figura 95. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de Frutales	254
Figura 96. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de Cárnicos y Lácteos.....	255

GLOSARIO Y LISTA DE ABREVIATURAS

AGRONET	Red de información y comunicación del sector agropecuario
ASOHOFrucOL	Asociación Hortifrutícola de Colombia
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CORTOLIMA	Corporación Autónoma Regional del Tolima
DANE	Departamento Administrativo Nacional de estadísticas
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
EVA	Evaluaciones Agropecuarias
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IPM	Índice de Pobreza Multidimensional

MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PEA	Población económicamente activa
PNN	Parque Parques Nacionales Naturales de Colombia
SIG	Sistemas de Información Geográfica
TUT	Tipos de Utilización de la Tierra
UPRA	Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios
UT	Unidades de Tierra

Abreviaturas de Unidades de medida

ha	Hectárea
Kg	Kilogramos
mg	Miligramos
mm	Milímetros
t	Toneladas

**EVALUACIÓN DE TIERRAS PARA DIEZ TIPOS
DE USO AGROPECUARIO EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.
ESCALA 1:100.000**

ANTECEDENTES

1. CONTEXTO GENERAL

La coyuntura actual del sector agropecuario colombiano es prometedora. Además de ser el principal generador de empleo en las zonas rurales, el aumento en la productividad de los cultivos ha permitido que el crecimiento del PIB agropecuario sea superior al del PIB nacional. Según el DANE en el 2013, 3,5 millones de personas trabajaron en el sector, lo que equivale al 16,9% de la población ocupada total del país, es el tercer sector que mayor empleo genera, después del sector comercial y el de servicios comunales. En lo referente a las zonas rurales, la agricultura representó un 62,6% de los ocupados con más de 2,9 millones de empleados (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario -FINAGRO-, 2014). Como actividad principal, la agricultura se constituye en un importante generador de riqueza y desarrollo en la mayoría de las regiones del país, en la medida en que 19 de los 32 departamentos tienen todavía al sector agropecuario entre los tres de mayor importancia en su Producto Interno Bruto (Sociedad de Agricultores de Colombia -SAC-, 2012).

El departamento del Tolima, por su parte, redujo su contribución al PIB nacional de 2,4 a 2,1 por ciento, entre los años 2000 y 2013. No obstante, logró mantenerse en el décimo lugar entre los departamentos que más aportan a la economía nacional (Delgado, Ulloa, & Ramírez, 2015). Constituyéndose el departamento a través del tiempo una marcada especialización a la actividad agropecuaria, lo que aporta al PIB nacional como al PIB de la región Andina.

Sin embargo, a pesar de que la agricultura es el motor de la economía colombiana. La estructura productiva agraria es altamente heterogénea y diferenciada por regiones y zonas, que se refleja en desequilibrios en el nivel de desarrollo y en la eficiencia en el uso de la tierra. Al tiempo que hay territorios donde se ha desarrollado una agricultura de alta complejidad tecnológica, eficiente y empresarial, existen regiones con notables conflictos de uso del suelo asociados

con pobreza persistente, degradación ambiental y deterioro de los recursos naturales (Perfetti, Hernández, Leibovich, & Balcázar, 2013).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO-, a través de los años ha puesto de manifiesto la preocupación por supervisar los recursos naturales. En países dependientes de la agricultura, la degradación del ambiente y la pobreza corren paralelamente, y la necesidad de satisfacer la demanda de alimentos a menudo ha llevado a la sobreexplotación del uso de la tierra, la degradación, así como también problemas relacionados con las políticas sobre manejo sostenible (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001).

Dentro del contexto nacional la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios –UPRA-, una de sus funciones es promover la planificación del uso eficiente del suelo agropecuario por lo cual ha definido criterios y crea instrumentos requeridos con el fin de permitir definir políticas y estrategias con base en información debidamente procesada. Entre los instrumentos que desarrolla es la Evaluación de Tierras como medio para conocer, evaluar y planificar las áreas agrícolas del país.

En este contexto la Gobernación del Tolima y la Universidad del Tolima mediante el Convenio No 1112 de 10 de diciembre de 2014, desarrollaron el proyecto: **Evaluación de tierras para diez tipos de uso agropecuario en el departamento del Tolima**, a escala 1:100.000, con el fin de determinar la vocación productiva para diez cultivos específicos en los cuarenta y siete municipios del departamento del Tolima” constituyéndose en una herramienta de planificación agrícola y pecuaria para el departamento. Donde a partir de estos resultados la Gobernación de Tolima y la UPRA adelantan la formulación del plan de ordenamiento y social de la propiedad rural, que busca generar un futuro agropecuario más productivo en esta región.

2. MARCO CONCEPTUAL

Evaluación de Tierras

La evaluación de Tierras es una metodología propuesta por la FAO desde el año 1976 (Brinkman & Young) , que nace con un enfoque integrado y holístico de la planificación del uso de la tierra en función de las necesidades planteadas en el capítulo 10 de la Agenda 21, aprobado el 14 de junio de 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y desarrollo –CNUMAD-. (*Integrated*

Approach to the Planning and Management of Land Resources) of Agenda 21 of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED).

Un enfoque integrado para la planificación del uso y manejo de los recursos de la tierra implica la participación de todos los interesados en el proceso de toma de decisiones sobre el futuro de la tierra, y la identificación y evaluación de todos los atributos biofísicos y socioeconómicos de las Unidades de la Tierra -UT-. Esto requiere la identificación y el establecimiento de un uso o no uso de cada unidad de tierra que sea técnicamente apropiado, económicamente viable, socialmente aceptable y ecológicamente no degradable (Sombroek & Sims, 1995).

2.1 PLANIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA.

El objetivo global del enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras en la cumbre para la tierra. Programa 21. Consiste en facilitar la dedicación de la tierra a los usos que aseguren los mayores beneficios sostenibles y promover la transición a una ordenación sostenible e integral de los recursos.

La FAO (1993), define la planificación del uso de la tierra como: La evaluación sistemática del potencial de la tierra y del agua, de las alternativas para el uso de la tierra y las condiciones sociales y económicas de modo de seleccionar y adoptar las mejores opciones de uso. Su propósito es el de seleccionar y poner en práctica aquellos usos que mejor satisfagan las necesidades de la población y al mismo tiempo salvaguarden los recursos para el futuro. La fuerza conducente en la planificación es la necesidad de cambio, la necesidad de un manejo mejorado o la necesidad de diferentes modelos de uso de la tierra dictados por las circunstancias cambiantes.

De esta manera, para seleccionar y poner en práctica aquellos usos que satisfagan las necesidades de una población, es necesario un diagnóstico del comportamiento de la tierra bajo tipos de uso específico a fin de determinar su potencial y dar alternativas de uso. Este proceso de evaluación no determina cambios en el uso a poner en marcha, sino información para tomar una decisión que proporciona dos o más formas de uso potencial para cada unidad de tierra, e incluye consecuencias adversas y benéficas.

2.1.1 Determinación de la aptitud de las tierras.

Se soporta en una serie de principios derivados de las necesidades prácticas de la planificación y del manejo del uso de la tierra llamada evaluación de tierras, vista como un proceso de planificación, cumple con la etapa relacionada en la selección de alternativas de desarrollo, evaluación biótica, física, social y económica, muestra ser útil en zonas donde existen problemas y conflictos de uso, que demandan soluciones.

La FAO (1985) define la evaluación de tierras como el “proceso de diagnóstico del comportamiento de la tierra bajo tipos de uso específico. Consiste básicamente en la comparación entre la tierra y su uso”

Para Rossiter (1999), la evaluación de tierras es el proceso de predecir el potencial de uso de la tierra sobre la base de sus atributos. Una variedad de modelos de análisis se puede utilizar en estas predicciones, que van desde lo cualitativo a lo cuantitativo, de lo específico a lo general, pudiéndose evaluar desde lo funcional si se tiene en cuenta únicamente los factores físicos.

Al igual la FAO (1976) considera la tierra como “un concepto que cobija el ambiente físico, incluye el clima, el suelo y la geología subyacente, la hidrología, la población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la medida en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por parte del hombre”.

Es decir se evalúa tanto la unidad de tierra –UT-, como los tipos de utilización de la tierra –TUT- ya que la metodología FAO considera que debe existir una confrontación entre lo que ofrece (calidades o características) la UT y lo que demanda (requerimiento) el tipo de TUT. Una característica es un atributo de la tierra que puede ser medido o estimado, y la interacción de características conforma una cualidad.

Brinkman & Young (1976), definen “cualidad como un atributo de la tierra que actúa de una manera diferente en su influencia sobre la aptitud de la tierra para una clase específica de uso”. La selección de características y cualidades debe hacerse de acuerdo al uso que se le quiere dar a la tierra (TUT) y el estado en que se encuentra la UT, en cuanto a las características y cualidades necesarias para un uso seleccionado, ya que estas deben tener una incidencia directa sobre un requerimiento básico del uso, o deben responder a una demanda básica del mismo”.

La evaluación hecha a partir de cualidades o sea la integración de características es de importancia porque muchas veces una característica independiente como la textura, no explica por sí sola el comportamiento de una UT, pero si se analiza con otras características como la profundidad del suelo, la

estructura y el contenido de materia orgánica puede indicar la capacidad de almacenamiento de humedad en esa unidad, además las cualidades permiten crear modelos de simulación para explicar las relaciones entre características. (León, 1996)

Entre las metodologías utilizadas para determinar la aptitud de la tierra se tiene el Esquema de Evaluación de Tierras de la FAO, que consiste en elaborar una clasificación de tierras según su aptitud para diversos usos o uso específicos, lo cual permite seleccionar el mejor uso posible para cada UT, Para esto se tienen en cuenta aspectos: físicos (clima, suelo, geología, geomorfología); bióticos (vegetación, fauna); sociales y económicos (presencia del hombre y sus actividades, uso), así como la conservación del recurso para su futuro manejo (Rossiter, 1996)

Según Brinkman & Young (1976), no se puede pensar en sistemas universales de evaluación *per se*, cuando existen variadas condiciones climáticas, de disponibilidad y costo de mano de obra, densidad de población, niveles de vida, entre otras.

La evaluación de la tierra se fundamenta básicamente en la confrontación de las características de la tierra, expresadas como cualidades, con las exigencias de los TUT, expresadas como requerimientos. Se trata de establecer si una oferta de la UT, satisface los requerimientos del tipo de uso.

2.1.2 Principios de la evaluación de tierras

El esquema de evaluación de tierras propuesta por la FAO (1985), contiene seis principios que son:

1. La determinación de la aptitud de la tierra se hace para usos específicos.
2. Para cada tipo de uso es necesario analizar en forma comparativa el producto que se obtiene y los insumos que se requieren.
3. La metodología de evaluación de tierras debe ser multidisciplinaria.
4. La evaluación debe ser relevante para el contexto biofísico, económico y social del área.
5. La evaluación debe ser con criterios de sostenibilidad
6. La evaluación implica la comparación de dos o más uso

2.1.3 Cualidades y limitaciones de la tierra para diferentes usos.

La evaluación de la tierra y la planificación para diferentes usos reales o potenciales requiere de una serie de pasos:

1. Cooperación con las partes interesadas, en el establecimiento de metas y objetivos alcanzables, enmarcado dentro de un entorno normativo propicio para el uso sostenible de la tierra
2. Identificación y delimitación de las UT, sobre la base de las características físico-biótica comparables (clima, altitud, formas de relieve, suelos, hidrología), en unidades naturales de la tierra.
3. Evaluación de las cualidades inherentes de la tierra, sus limitaciones y oportunidades de las UT, tales como: cualidades atmosféricas, cualidades de la cobertura, cualidades de la superficie terrestre y del terreno, cualidades del perfil del suelo y cualidades del estrato subterránea entre otras
4. Identificación y caracterización de las formas actuales de cobertura de la tierra o el uso del suelo por UT
5. Identificación de los TUT o los posibles sistemas de producción de acuerdo con los deseos de las partes interesadas;
6. Identificación de los requisitos físico-biótico y socioeconómico de los tipos de utilización de tierras acordadas.
7. Confrontación de las cualidades inherentes de la tierra (iii) con los requisitos de los TUT obtenidos en el punto anterior.
8. Formulación de usos alternativos del suelo o la no utilización por UT de la confrontación de las cualidades inherentes de la tierra con los requisitos de los TUT obtenidos.
9. Evaluación de la tierra usos alternativos contra las necesidades y aspiraciones de todos los grupos de población (para ser) involucrados y afectados, mediante el uso de plataformas de negociación y toma de decisiones que incluyen todas las partes interesadas
10. Decisión de proceder con un solo uso de la tierra aceptable y recomendada; y
11. Identificación de políticas, estrategias y medidas que deben tomarse para pasar de la actual utilización de la tierra a la utilización recomendada, con la participación activa de todas las partes interesadas.

2.1.4 Cambios en la evaluación de tierra en las últimas décadas.

Inicialmente la evaluación de tierras se llevó a cabo para proyectos de planificación del uso del suelo y el desarrollo de la tierra. En general, la finalidad era introducir grandes cambios de uso del suelo, tanto más rentable y mejor adaptado a las condiciones de la tierra, a menudo con la inversión y la asistencia técnica de

los gobiernos y de otras fuentes. Hoy en día, la evaluación de tierras se enfoca principalmente en la resolución de problemas técnicos, así como socioeconómicos y ambientales. (FAO, 2007).

2.1.5 Tipo de Uso de la Tierra – TUT-

En el contexto general el–TUT-, se define como el uso actual y potencial que le da el hombre a una cobertura que se encuentra sobre la superficie de la tierra. Rossiter, (1998), acumulo varias reseñas de TUT, basadas en las definiciones realizadas por la FAO.

“Una clase de uso de la tierra que está descrita o definida en un grado de detalle mayor que una tipo general de uso de tierra” (FAO, 1976).

“En el contexto de agricultura con riego, un TUT se refiere a un cultivo, combinación de cultivos o sistemas de cultivo con irrigación específica y métodos de manejo en un contexto técnico y socio-económico.” (FAO, 1985).

“En el contexto de agricultura sin riego, un TUT se refiere a un cultivo, una combinación de cultivos o sistema de cultivos en un contexto técnico y socio-económico”. (FAO, 1983).

“Un tipo de utilización de la tierra [en bosques] consiste de especificaciones técnicas en un contexto físico, económico y social”. (FAO, 1984).

Por lo que el TUT agropecuario es aquel tipo de suelo agrícola que se utiliza por un lado para la producción de cultivos y plantaciones, y por el otro lado TUT pecuario, es aquel suelo que está destinado a la producción de pastos y forrajes para la ganadería que proporciona bienes y servicios para el bienestar del ser humano.

2.1.6 Unidad de Tierras –UT-

Está relacionado con el levantamiento de suelos, o los levantamientos edafológicos existentes donde además se incorporan observaciones de campo, por lo que se determina el patrón de distribución de suelos e incluye la clasificación, características y cartografía de las propiedades y unidades del suelo.

2.2 MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

En el marco de normas y políticas de uso, gestión y planificación del uso del suelo, Colombia presenta un número considerable de normas y políticas con perspectivas y enfoques diferentes que son acuñadas en el documento de la Política Nacional para la Gestión Integral Ambiental del Suelo - GIAS-. Capítulo 1.

Antecedentes normativos e institucionales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- & Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales- IDEAM-, 2013). Por lo que aquí se menciona la norma y decretos relacionados directamente con el uso del suelo rural y con los TUT agropecuario más relevantes.

Ley N°388, 1997. Plan de Ordenamiento Territorial

Norma ordinaria producto de la reglamentación de la Ley Orgánica de Planeación Nacional o Ley 152 de 1994, la cual permite que las entidades territoriales definan Planes de Ordenamiento Territorial –POT-, Planes Básicos de ordenamiento PBOT y Esquemas de ordenamiento territorial –EOT-, particularmente para el uso y clasificación del suelo, la definición de zonas urbanas y rurales, el proceso de urbanización de las poblaciones, el desarrollo de infraestructura física, la determinación de zonas de alto riesgo, las zonas de reserva natural y de preservación ecológica.

En su Artículo 14º.-Componente rural del plan de ordenamiento. Instrumento para garantiza la adecuada interacción entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal, la conveniente utilización del suelo rural y las actuaciones públicas tendientes al suministro de infraestructuras y equipamientos básicos para el servicio de los pobladores rurales. Este componente deberá contener por lo menos:

1. Las políticas de mediano y corto plazo sobre ocupación del suelo en relación con los asentamientos humanos localizados en estas áreas.
2. El señalamiento de las condiciones de protección, conservación y mejoramiento de las zonas de producción agropecuaria, forestal o minera.
3. La delimitación de las áreas de conservación y protección de los recursos naturales paisajísticos, geográficos y ambientales, que incluye además las áreas de amenazas y riesgos, o que formen parte de los sistemas de provisión de los servicios públicos domiciliarios o de disposición final de desechos sólidos o líquidos.
4. La localización y dimensionamiento de las zonas determinadas como suburbanas, con precisión de las intensidades máximas de ocupación y usos admitidos, las cuales deberán adoptarse por su carácter de ocupación en baja densidad, de acuerdo con las posibilidades de suministro de servicios de agua potable y saneamiento, en armonía con las normas de conservación y protección de recursos naturales y medio ambiente.
5. La identificación de los centros poblados rurales y la adopción de las previsiones necesarias para orientar la ocupación de sus suelos y la adecuada dotación de infraestructura de servicios básicos y de equipamiento social.

6. La determinación de los sistemas de aprovisionamiento de los servicios de agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales a corto y mediano plazo y la localización prevista para los equipamientos de salud y educación.

7. La expedición de normas para la parcelación de predios rurales destinados a vivienda campestre, las cuales deberán tener en cuenta la legislación agraria y ambiental.

Decreto 3600, 2007. Determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.

De acuerdo a este decreto, en el Artículo 3° 4°. Establece categorías del suelo rural y define categorías de protección en suelo rural. En las categorías del suelo rural define que el componente rural del POT, y en su cartografía se deberá determinar y delimitar cada una de las categorías de protección y desarrollo restringido con la definición de los lineamientos de ordenamiento y la asignación de usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos correspondientes

En las categorías de protección del suelo rural en este decreto lo constituye cinco categorías, que para el caso de aplicación en el instrumento de evaluación de tierras solo se considera dos: las áreas de conservación y protección ambiental y las áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales.

Las áreas de conservación y protección ambiental incluyen las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal, para lo cual en el componente rural del plan de ordenamiento se deben señalar las medidas para garantizar su conservación y protección. Dentro de esta categoría, se incluyen las establecidas por la legislación vigente, tales como. Las áreas del sistema nacional de áreas protegidas. Las áreas de reserva forestal. Las áreas de manejo especial. Las áreas de especial importancia ecosistémicas, tales como páramos y subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna.

Las áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales. Incluye los terrenos que deban ser mantenidos y preservados por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales o de explotación de recursos naturales. De conformidad con lo dispuesto en el parágrafo del artículo 3° del Decreto 097 de 2006, en estos terrenos no podrán autorizarse actuaciones

urbanísticas de subdivisión, parcelación o edificación de inmuebles que impliquen la alteración o transformación de su uso actual.

Decreto 4145, 2011. Da la competencia a la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios – UPRA-

Artículo 3°. Cuyo objeto. Es orientar la política de gestión del territorio para usos agropecuarios. Para ello planificará, producirá lineamientos, indicadores y criterios técnicos para la toma de decisiones sobre el ordenamiento social de la propiedad de la tierra rural, el uso eficiente del suelo para fines agropecuarios, la adecuación de tierras, el mercado de tierras rurales, y el seguimiento y evaluación de las políticas públicas en estas materias.

Las tierras que pertenecen colectivamente a las comunidades indígenas, afrodescendientes y a otros grupos étnicos especialmente protegidos, así como las tierras colindantes cuyo desarrollo pueda tener incidencia directa sobre dichas comunidades, se excluyen del objeto de esta entidad. **Parágrafo.** Las comunidades indígenas, afro-descendientes y otros grupos étnicos especialmente protegidos pueden, en ejercicio de su autonomía, solicitar que la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios -UPRA las incluya dentro de sus políticas de gestión del territorio para usos agropecuarios.

2.3 POLÍTICA AGRÍCOLA

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.. (2014), realiza un análisis de la política agrícola de Colombia y establece unas recomendaciones para abordar los principales desafíos del futuro.

El sector agrícola ha padecido las consecuencias de la adopción de unas políticas deficientes y afronta importantes desafíos estructurales. Si bien actualmente constituye un sector prioritario para el gobierno, el marco institucional de la política agrícola presenta importantes debilidades. La baja productividad menoscaba la competitividad del sector, que se ve afectada fundamentalmente por una infraestructura deficiente, el desigual acceso a las tierras y los conflictos relacionados con su uso, así como por la debilidad de las cadenas de valor.

Uno de los principales objetivos del actual Gobierno de Colombia es impulsar el sector agrícola y transformarlo en un "motor" del crecimiento económico y de la reducción de la pobreza. El país está dotado de buenos recursos acuíferos y de tierras, pero necesita adoptar una serie de acuciantes reformas estructurales para acelerar las mejoras de la productividad y de la competitividad, y para facilitar la explotación de las oportunidades de exportación proporcionadas a

través de los tratados de libre comercio de Colombia. El objetivo de Colombia de impulsar su sector agrícola está además estrechamente relacionado con la reforma del sistema de tenencia de la tierra y las reparaciones a las víctimas de los conflictos en las zonas rurales.

El aumento de la productividad es un requisito previo para lograr una competitividad e integración sostenidas en los mercados agroalimentarios internacionales y por tanto es fundamental para el desarrollo agrícola. Las reformas de política propuestas a continuación para que sean consideradas por el gobierno están dirigidas a apoyar el aumento de la productividad, competitividad y sostenibilidad del sector agrícola. Las reformas propuestas no constituyen una lista completa y se derivan del análisis llevado a cabo en el marco del presente Examen. Por tanto, debe interpretarse como un punto de partida para que el gobierno las tome en consideración, las ajuste y las desarrolle en mayor profundidad.

1. El apoyo a la agricultura debe centrarse en reformas estructurales a largo plazo.
2. La mejora de los derechos sobre la tierra y la utilización del suelo deberían contribuir al crecimiento a largo plazo del sector agrícola
3. Mejorar el marco institucional de la política agrícola.
4. Reforzar el sistema de innovación agrícola.
5. Mayor integración en los mercados agroalimentarios internacionales

3. METODOLOGÍA

El proyecto de “Evaluación de tierras para diez tipos de uso agropecuario en el departamento del Tolima a escala 1:100.000 se soportó en la metodología planteada por la UPRA y la Universidad Nacional de Colombia (Martínez et al., 2013a) soportada en la evaluación de tierras de la FAO. (Sombroek & Sims, 1995), para lo cual se siguió el diagrama de flujo presentado en la Figura 1. Adicionalmente, se tomaron en referencia las dos experiencias pilotos realizadas en el Sur del departamento del Tolima (Martínez, et al., 2013b) y en el departamento del Cauca (Martínez, et al, 2013c).

El proceso de evaluación para el departamento del Tolima se realizó en seis fases: Fase I. Formulación de los objetivos y alcances de la evaluación de tierras, Fase II. Consultas Iniciales. El territorio: caracterización de los municipios a ser evaluados, Fase III. Unidades de Tierra –UT-, Fase IV. Tipos de uso de la tierra, Fase V. Uso actual y cobertura del suelo. En esta fase se consideró la actualización

del mapa de cobertura y uso del suelo para el departamento del Tolima a escala 1:100.000. y Fase VI. Clasificación de las tierras según su aptitud.

Adicionalmente se anexaron dos fases: **Fase VII** corresponde al diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica – SIG-, que permitirá la consulta e investigación de los TUT y los escenarios del uso de la tierra. El SIG permitirá realizar la integración y síntesis de los datos geográficos de acuerdo a los modelos planteados. La base de datos contará con mecanismos para el control de calidad y el aseguramiento de su integridad, por lo cual se realizará el seguimiento, control de captura y validación de un sistema de análisis de datos. Los productos principales del proyecto se documentarán según las NTC 4611 vigentes para datos geográficos. La **Fase VIII**, corresponde con la socialización de los resultados. Los resultados se entregarán en un SIG y un informe escrito con respaldo digital. Se realizarán socializaciones con los diferentes actores institucionales que participaron en el proyecto. Los resultados finales del proyecto serán presentados en el auditorio de La Gobernación del Tolima o en el que se designe por las partes.

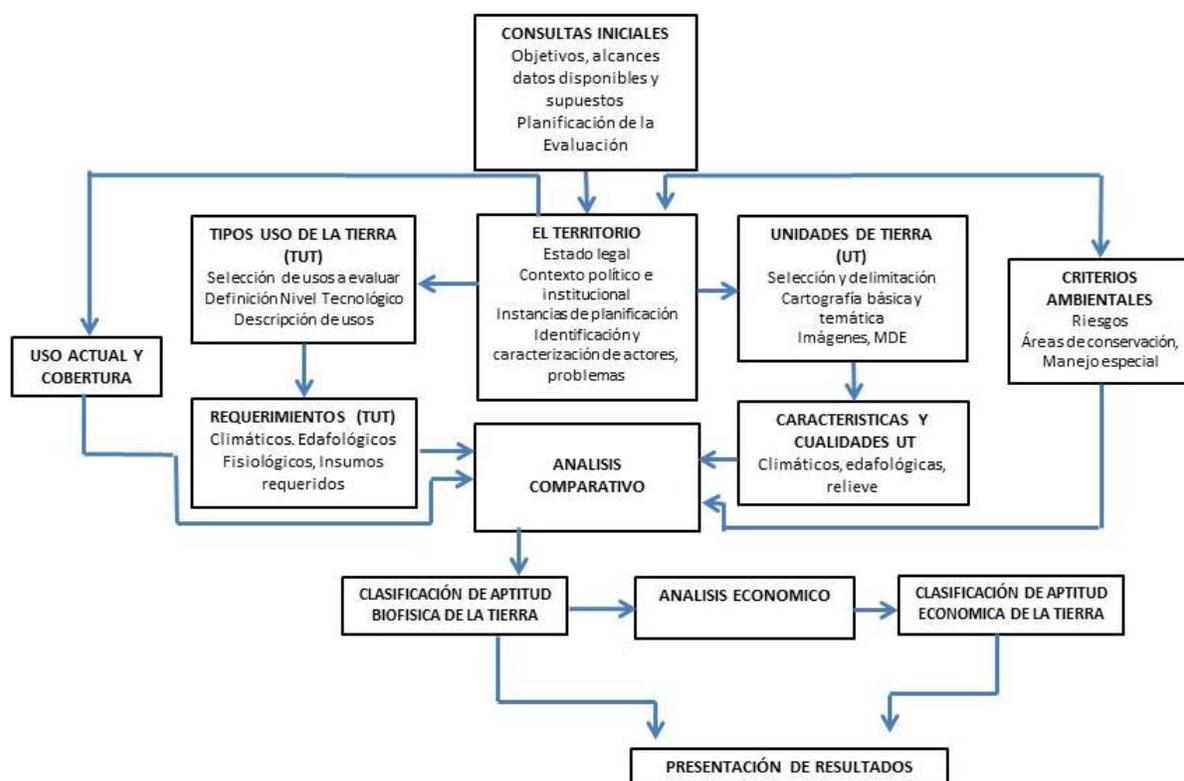


Figura 1. Diagrama conceptual de la metodología propuesta para la evaluación de tierras con fines agropecuarios. Fuente: Martínez, et al, (2013a).

3.1 FASE I. FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS

3.1.1 Objetivo general

Aunar esfuerzos interinstitucionales para contribuir en los procesos de planificación del uso de la tierra del departamento del Tolima, a escala 1:100000, a través de la metodología de evaluación de tierras planteada y ajustada para Colombia, por la Unidad de Planificación de Tierras Rurales Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios –UPRA– y la Universidad Nacional de Colombia, con fines de permitir el acceso eficiente y equitativo de tierras.

3.1.2 Objetivos específicos

- Seleccionar diez (10) tipos de uso agropecuarios productivos para considerarlos en el proceso de evaluación de tierras.
- Generar la evaluación de tierras para diez (10) tipos de usos agropecuarios, a escala general para el departamento del Tolima; Se realiza en donde sea pertinente, el empalme y la correlación con la evaluación de tierras realizada por la UPRA en el año 2013. Construir escenarios de aptitud de las tierras para diferentes TUT, evaluados a escala general
- Elaborar un Sistema de Información Geográfico –SIG- que contenga la línea base de información geográfica y la evaluación de tierras del área del proyecto con fines de la generación de escenarios de aptitud de las tierras relacionados con los diez TUT agropecuarios evaluados.
- Generar una interacción institucional que permita la apropiación de una capacidad instalada del proyecto y sus resultados en la Gobernación del Tolima y las Alcaldías Municipales involucradas en el proceso.

3.2 FASE II. CONSULTAS INICIALES. EL TERRITORIO: CARACTERIZACIÓN DE LOS MUNICIPIOS A SER EVALUADOS.

La evaluación de tierras para el departamento del Tolima, se desarrolla a escala 1:100.000, y está constituido por tres componentes; Físico – biótico, Socioeconómico y Socioecosistémico. Como punto de partida se consideró la fase de consultas iniciales que se inició con la recolección e información proveniente de fuentes primarias y secundarias, como son estudios, registros, informes y cartografía de las diferentes instituciones y gremios del sector agropecuario, por lo que se obtuvo datos e información tanto digital como análoga.

La información proveniente de fuentes primarias se obtuvo a partir de talleres y reuniones con un enfoque participativo con diferentes funcionarios de organizaciones, gremios, instituciones, agricultores y productores que aportaron en

el proceso de priorización, selección y construcción de la caracterización de las UT como la de los TUT.

Las observaciones cualitativas que se exponen se basan no sólo de las revisiones realizadas por los diferentes profesionales, asistentes y estudiantes-pasantes, sino de las experiencias adquiridas de las actividades de campo desarrolladas a través de desarrollo del proyecto.

3.2.1 Datos e información y tecnologías disponibles

Información cartográfica digital.

Se obtuvo información cartográfica en forma digital suministrada por La UPRA, IGAC, PNN, IDEAM y CORTOLIMA, entre otros.

Se accedió a la compra de una Imagen RapidEye de fechas entre enero y abril del 2015, con una resolución de 6 m.

Tecnologías de Información Geográfica.

Los métodos de la Evaluación de Tierras actualmente están ligados al uso de las Tecnologías de la Información Geográfica –TIG-, tecnologías utilizadas en el proyecto como los SIG, Imágenes de sensores remotos, cartografía digital y análoga, datos de receptores de SIG mobile y datos levantados en campo, permitió la captura, el almacenamiento y análisis de datos e información que integra las características de las UT, como los requerimientos de los diez TUT priorizados, para generar el modelamiento y el análisis espacial de la aptitud de la tierra, lo que permitió dar respuestas espaciales a los problemas del uso del suelo con los que se encuentra el planificador en el departamento del Tolima. Su alta capacidad de almacenamiento e integración de información disciplinar e interdisciplinar logró dar respuestas prácticas a preguntas requeridas para el uso de aptitud del suelo en busca de zonificar áreas de aptitud que por lo menos garanticen el mejoramiento de vida de los agricultores, con alternativas de uso de la tierra, con un mínimo daño ambiental. Con estas tecnologías se logra la organización y ordenamiento del área rural que responde las inquietudes que propone la FAO (1976):

¿Qué otros usos de la tierra son físicamente posibles, económica y socialmente relevantes?

¿Qué insumos son necesarios para causar un nivel deseado de producción?

¿Cuáles son los usos actuales de la tierra y cuáles son las consecuencias si las prácticas actuales de gestión siguen siendo las mismas?

Su uso y aplicación de los resultados de aptitud facilitará la toma de decisiones por parte de las entidades encargadas responsables de identificar las áreas que actualmente son promisorias para el desarrollo del departamento.

3.2.2 Definición de los rangos de aptitud

Es definida por la FAO,(1976) como “una evaluación y agrupación o bien el proceso de evaluación y agrupación de tipos específicos de tierra en términos de su aptitud absoluta o relativa para una clase específica de uso”. La definición de los rangos para cada variable se tuvo en cuenta por un lado procedimientos establecidos científicamente y por otro lado la experiencia de los agricultores, técnicos y profesionales responsables de cada componente de la evaluación de tierras y por otro lado.

La definición de la aptitud se soportó en los arboles de decisión, como modelo de predicción. Los criterios responden a la ordenación de los conceptos y las variables hacen parte de cada criterio y son los indicadores del comportamiento del criterio. Según Rossiter (1998) son claves jerárquicas (una decisión puede seguir a otras, hasta que todos los factores se tomen en cuenta) con elecciones múltiples a cada punto de ramal (puede haber más de dos posibilidades para una decisión, en los cuales los valores de las características de la Tierra diagnósticas son los criterios diagnósticos y el resultado es el nivel de severidad (clasificado) de cualidad de la tierra a ser evaluada. Las elecciones múltiples a cada punto de ramal contesta las preguntas dadas por el árbol resulta en una decisión, en este caso, un rango de aptitud de una Cualidad de la Tierra.

De esta manera, el árbol de decisión es utilizado para decidir sobre el tipo de uso de la tierra según las características del lugar. Un árbol de decisión para textura, pendiente y profundidad efectiva sería. La primera decisión es determinar el tipo de textura debido a que esta propiedad no puede ser modificada por condiciones específicas de manejo. Según el tipo de textura elegido, el cual corresponde a un grupo textural particular (suelos pesados, medios o livianos) se tendrá que tomar otra decisión según el porcentaje de la pendiente y de manera consecutiva en cuanto a la profundidad efectiva (CIAT & MADR, 2001)

3.2.3 Caracterización del territorio

Con el propósito caracterizar el departamento del Tolima se analizaron aspectos relacionados con el tipo de paisaje, conflicto y capacidad de uso desde su componente físico. Desde su componente social y ambiental se realizó un diagnostico agrícola, ganadero e industrial, por lo que se soportó en fuentes secundarias, talleres, reuniones y visitas de campo.

Tipo de paisaje

En el departamento del Tolima predomina el tipo de paisaje de montaña influenciado por su ubicación geográfica puesto que este territorio se encuentra en la cordillera central del país cuenta con una distribución de 1.866.346,94 ha (77,31 %), ubicados especialmente en los municipios del Líbano, Cunday, Roncesvalles entre otros y el paisaje menos visto corresponde al de tipo lomerío al que pertenecen 55.393,31 ha (2,29%) y se ubica en los municipios de Venadillo, Ambalema, Armero Guayabal y Honda especialmente Figura 2 y Figura 3.

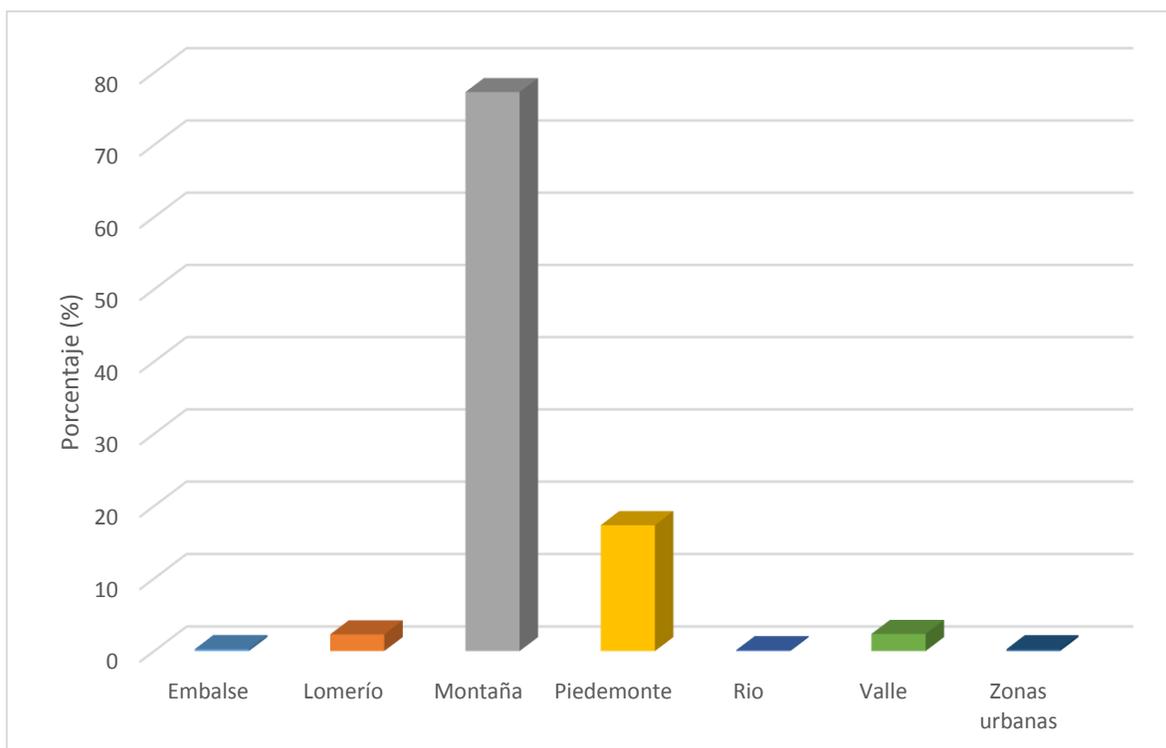


Figura 2. Porcentaje de unidades de paisaje en el departamento del Tolima.

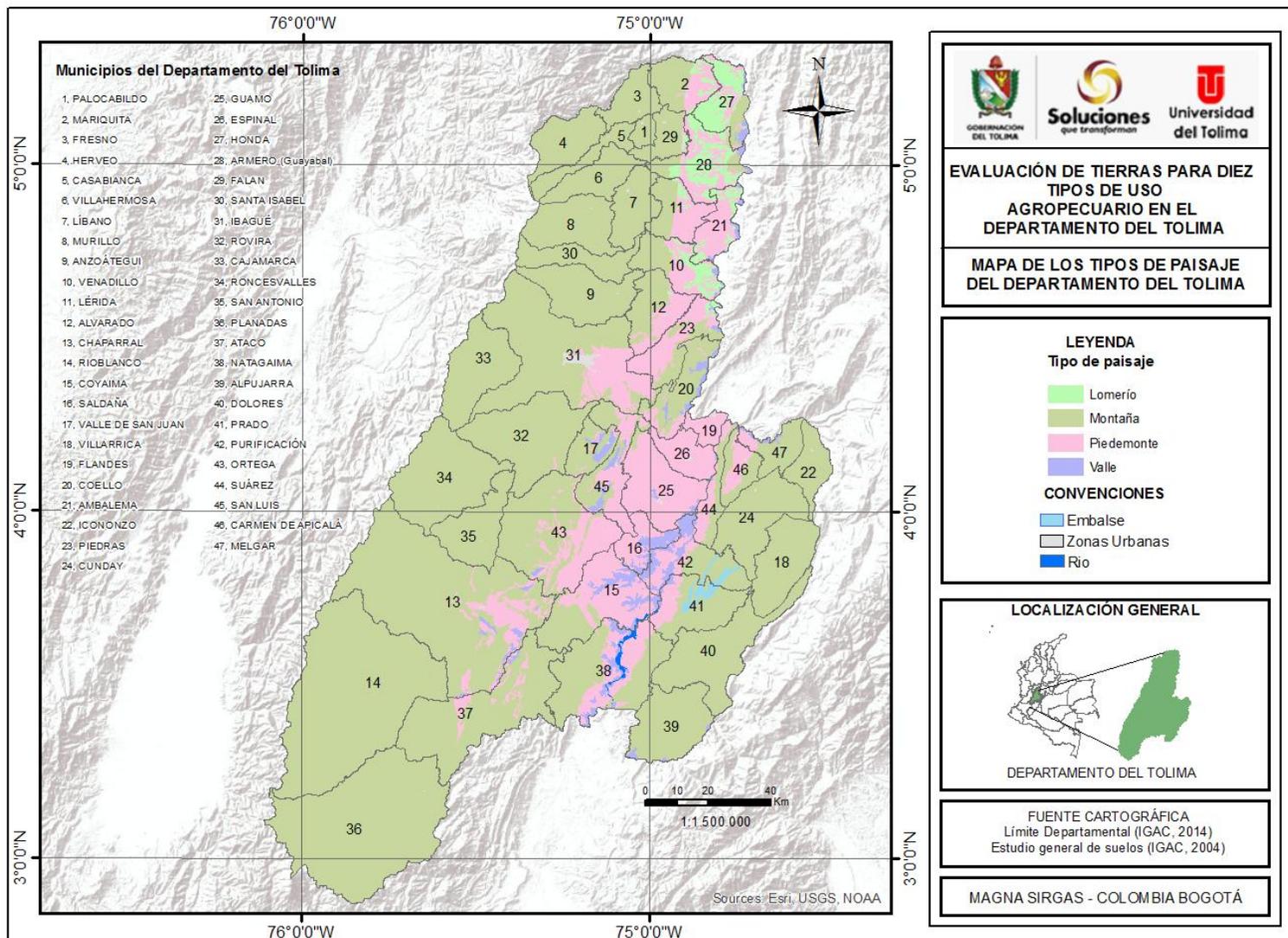


Figura 3. Distribución espacial del tipo de paisaje para el departamento del Tolima.

Conflicto de uso

Según el IGAC, (2014b), en el “Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano”, el 28 % equivalente a 32.794.351 ha, presenta conflicto en la calidad de sus suelos, resultado del uso inadecuado o la falta de prácticas que estimulen el aprovechamiento de este recurso, ya sea por la sobreutilización o la subutilización. En pocas palabras, se podría asegurar que en un cuarto de toda Colombia los agricultores, ganaderos y empresarios del sector deben reorientar sus prácticas en torno a un mejor uso del suelo.

El mayor conflicto en el departamento está dado por la sobreutilización, debido al mal uso que se le da a los terrenos al no realizar una correcta rotación de los cultivos, este tipo de conflicto abarca una extensión de 1.260.524,83 ha. Figura 4, correspondiente al 75,3 % del área del departamento ubicado principalmente en los municipios de Dolores, Rovira y Herveo. A diferencia de lo observado con los conflictos por subutilización, los cuales corresponden a 412.888,93 ha (24,7 %), ubicado principalmente en los municipios de Mariquita, Purificación y Chaparral. Figura 5.

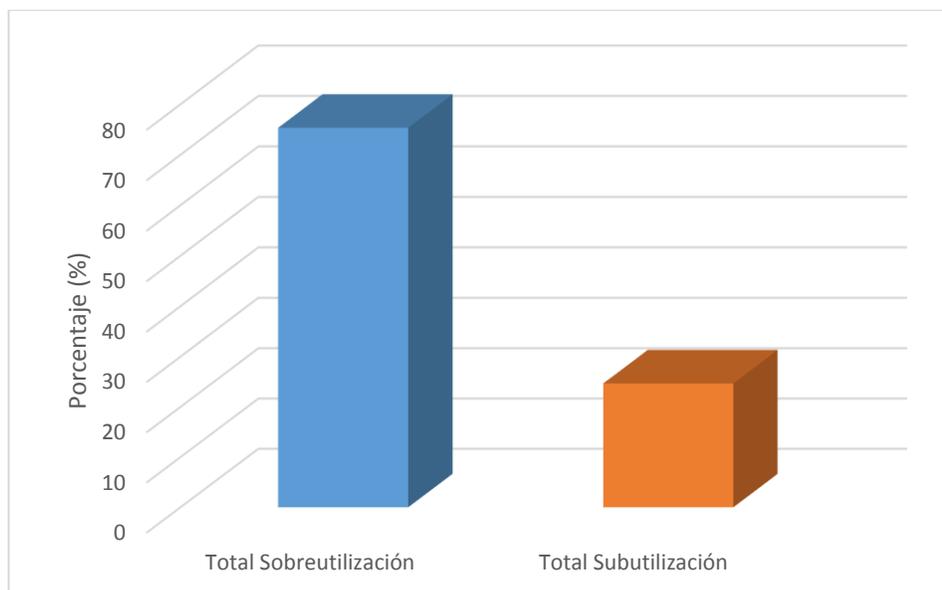


Figura 4. Porcentaje del conflicto de uso del suelo del departamento del Tolima

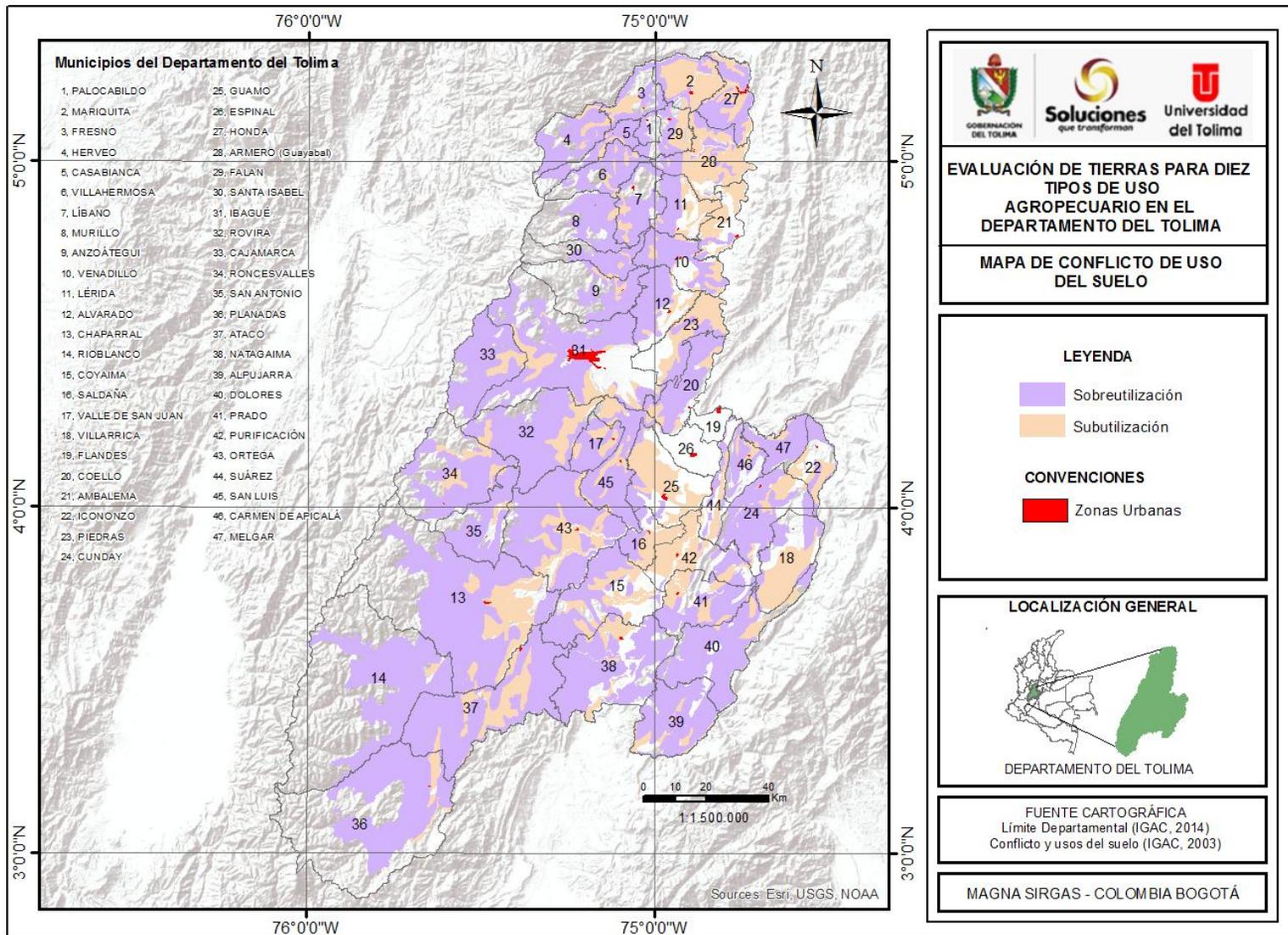


Figura 5. Distribución espacial del conflicto de uso para el departamento del Tolima.

Capacidad de uso

En el departamento la categoría de capacidad de uso de suelos más predominante corresponde es la VIIt la cual indica que son terrenos no aptos para ningún tipo de uso agropecuario o forestal, ya que no generan algún tipo de rentabilidad viable, estos terrenos son recomendables para el uso forestal protector. Esta categoría corresponde específicamente a suelos con un alto grado de susceptibilidad a la erosión; territorialmente corresponden a 784.438,24 ha (32,5%) del departamento los cuales se ubican principalmente en los municipios de Rioblanco, Planadas y Cajamarca. En contraste la subdivisión correspondiente a VIIIs es la menos prevalente en el Tolima con una extensión de 22 236,52 ha (0,92%) la cual se encuentra ubicada en los municipios de Falán, Purificación y Suarez. Figura 6 y Figura 7. A este tipo de categoría pertenecen los suelos con limitaciones químicas o físicas que impiden el correcto desarrollo de las raíces y el laboreo, estas áreas son aptas para la reforestación con especies resistentes a sequias y crecimiento reducido de raíces.

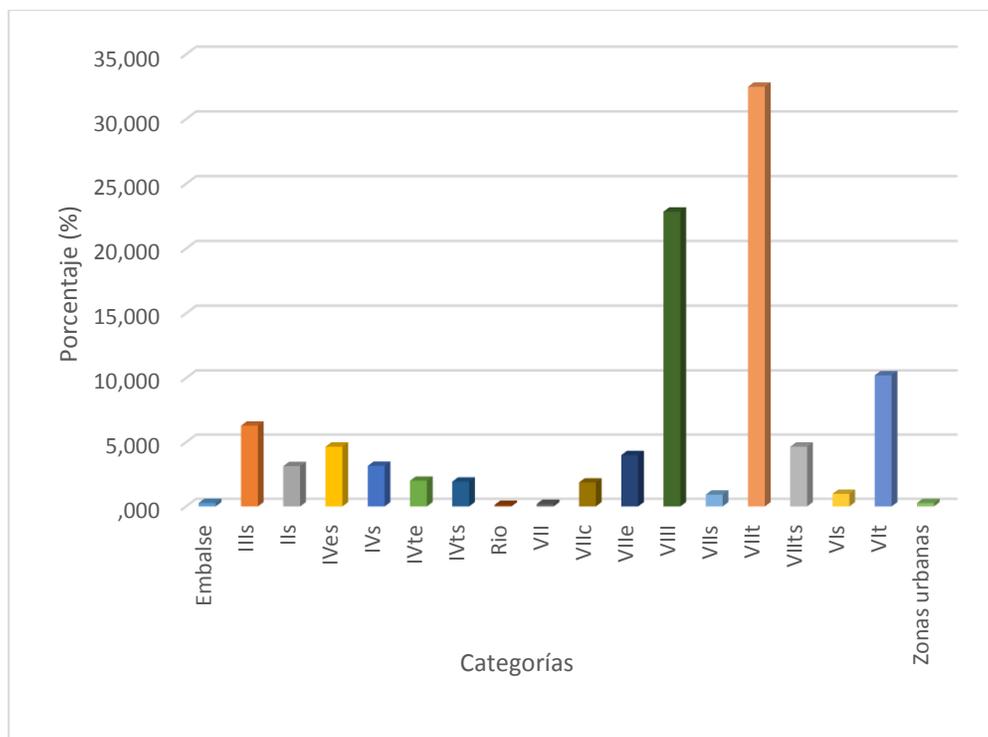


Figura 6. Porcentaje de categorías de capacidad de uso del suelo para el departamento del Tolima.

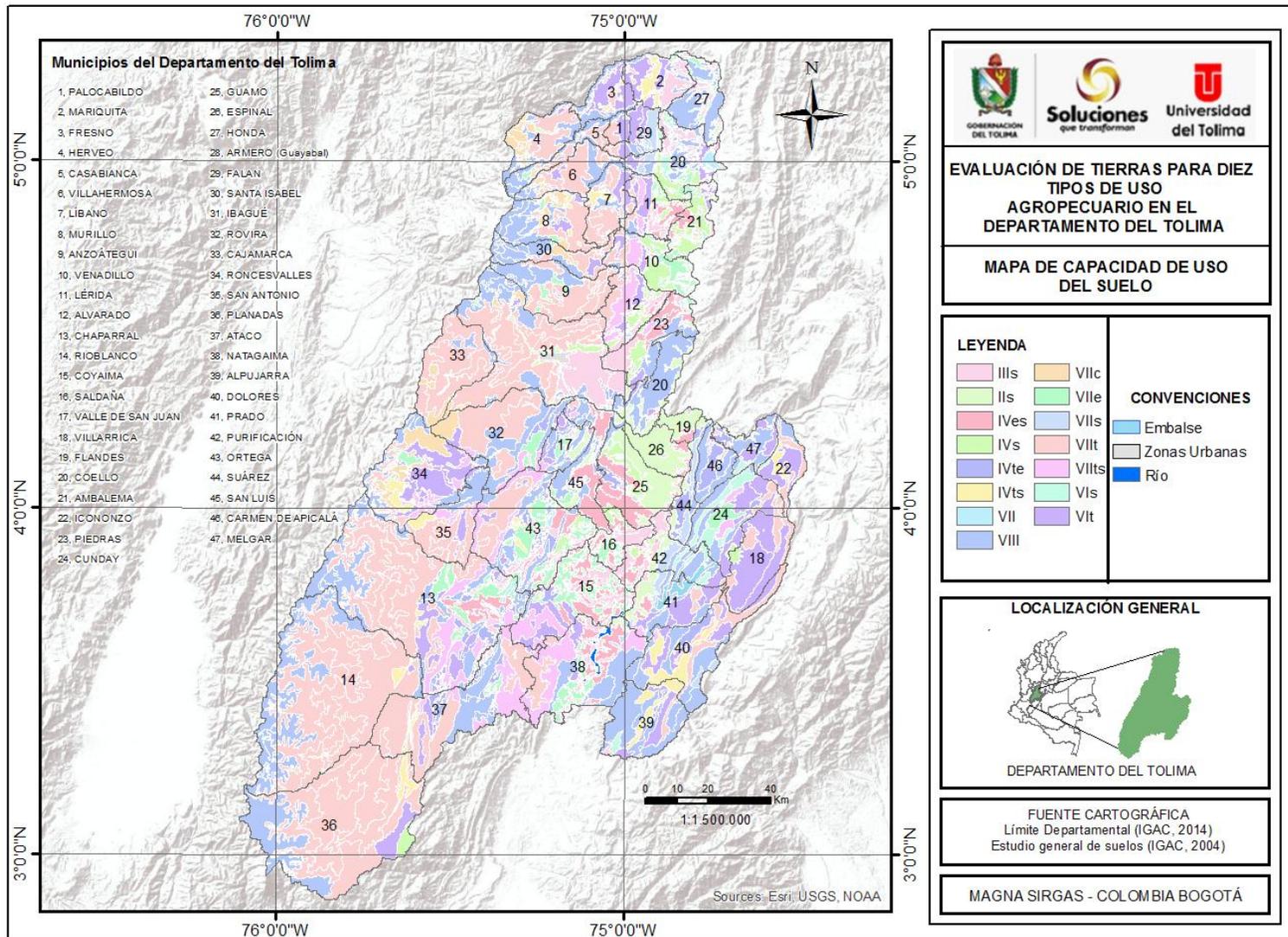


Figura 7. Distribución espacial de la capacidad de uso para el departamento del Tolima.

Minería e hidrocarburos en el departamento

Actualmente la minería en Colombia registra un dinamismo que se manifiesta en las tasas de crecimiento de este sector respecto a otros segmentos productivos como manufacturas, energía, servicios, agrícola, pecuario, forestal y pesca. La creciente participación de la minería en la economía de algunos departamentos constituye un punto central en el análisis del desarrollo económico regional, en la medida en que el sector tiene gran importancia como fuente generadora de ingresos por concepto de exportaciones y tributación (Cárdenas & Reina, 2008).

De acuerdo con el Registro Minero Nacional del 2013, en el departamento del Tolima existen 618 títulos mineros inscritos vigentes, con un área de 411.750 ha distribuidos por material en Ataco, Casabianca, Chaparral, Coyaima, Falán, Líbano, Roncesvalles y Santa Isabel se encuentran localizadas minas de oro; en San Luis existen calizas y en Coello y Armero Guayabal hay asfaltitas; en Ataco, Chaparral, Coyaima, Falán, Líbano, Roncesvalles y Santa Isabel se encuentran minas de Plata y producciones menor de arenas, gravas y recebo en todo el departamento (CORTOLIMA, 2012).

En el departamento del Tolima se puede encontrar que los municipios que cuentan con la mayor porcentaje de área ocupada para actividades mineras son Cajamarca con un 81.14% respecto a su área total municipal seguido de Líbano con 64.74% de su área total, por otro lado se puede observar municipios que tienen una menor proporción de área ocupada por minera como es Herveo con 0,02% seguido de Cunday con 0,27% y existen otros que no tienen ninguna extensión de área dedicada a la minera como es el caso de Villarrica. Figura 8.

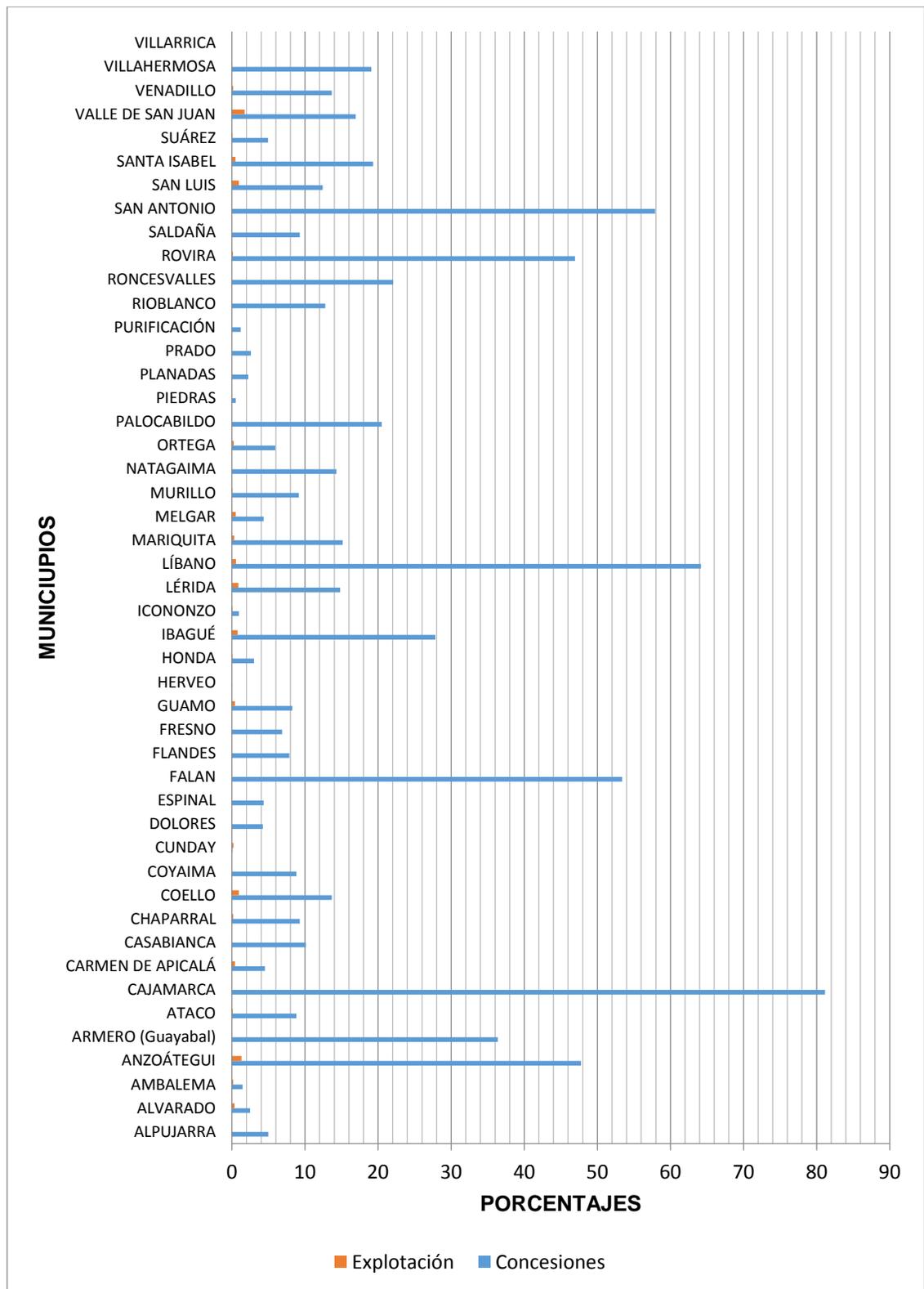


Figura 8. Porcentaje de área absoluta de las actividades mineras en los municipios del departamento del Tolima. 1990 al 2014.

En cuanto a los hidrocarburos definido como el material orgánico compuesto principalmente por hidrógeno y carbono, constituido por elementos de explotación como el petróleo y el gas, se encuentra que el 8,12% del territorio del departamento esta titulado por hidrocarburo y el 15,45% por títulos mineros. Figura 9. El Tolima cuenta con 13 municipios productores de petróleo entre los que sobresalen: Purificación, Melgar, Piedras, Ortega, Chaparral, Espinal y Alvarado (Delgado et al., 2015)

En la Figura 10, se presenta la distribución espacial de los títulos de hidrocarburos y mineros que se encuentran en el departamento del Tolima

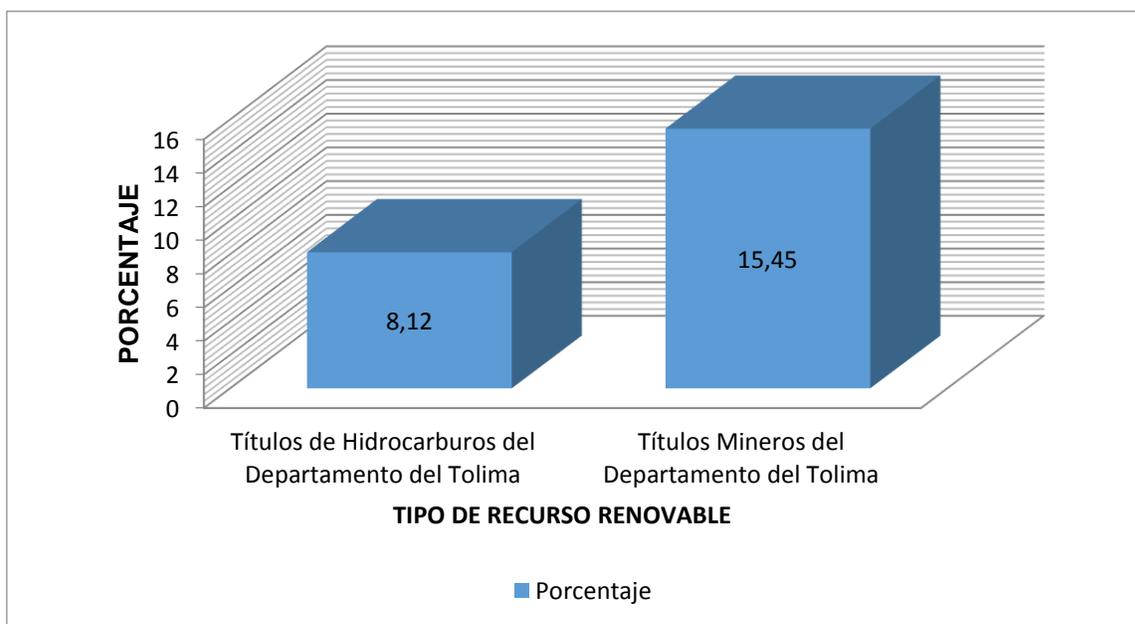


Figura 9. Explotación de recursos no renovables del departamento.

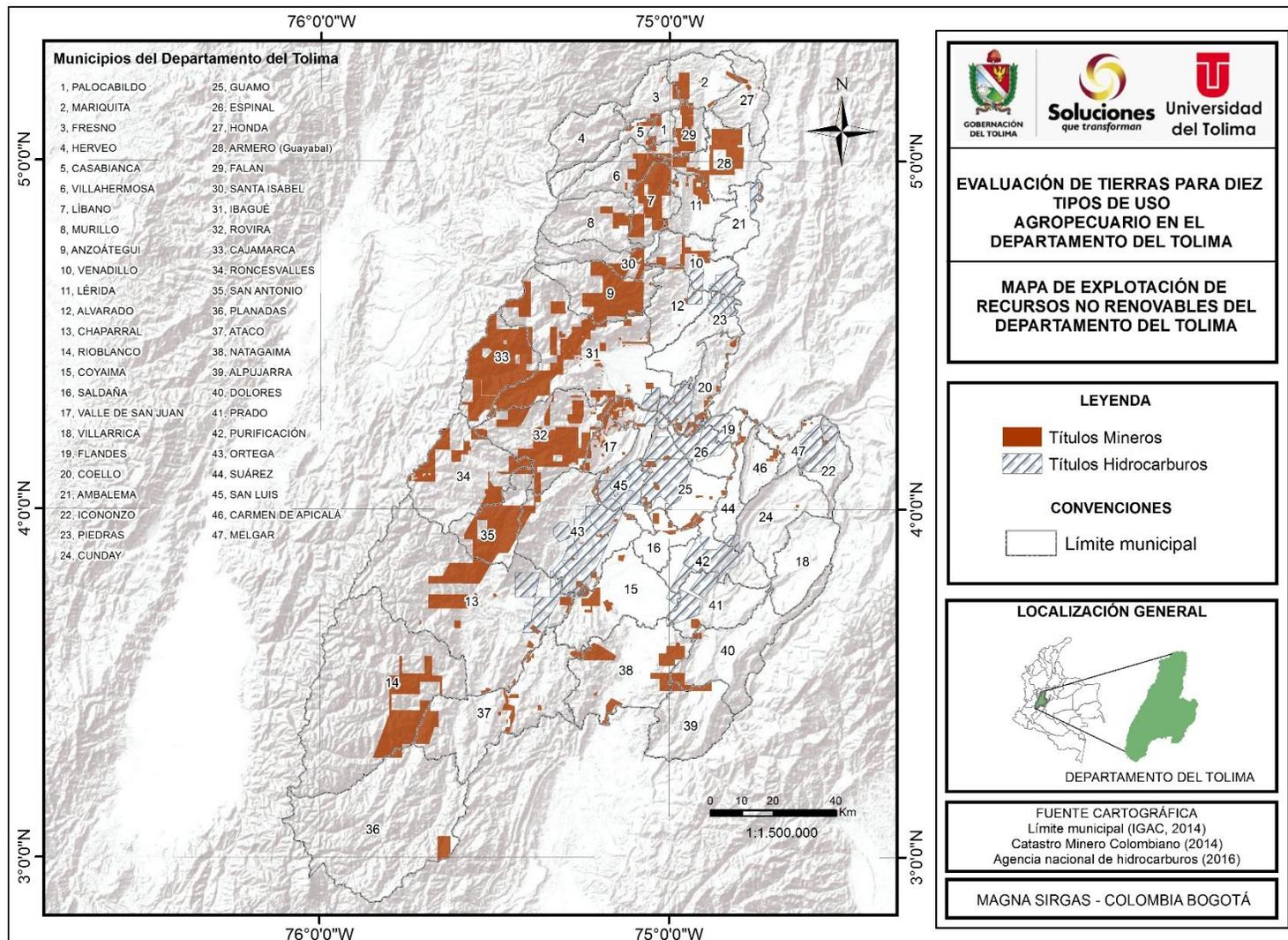


Figura 10. Distribución espacial de títulos mineros y títulos de hidrocarburos en el departamento del Tolima.

Diagnostico agropecuario

Para el logro del diagnóstico como para la priorización de los TUT a ser evaluados, se realizaron talleres participativos en una realidad de trabajo en terreno con un aprendizaje práctico entre agricultores, funcionarios y evaluadores.

Taller 1. Dimensionamiento conceptual de la propuesta y selección de los diez TUT.

Inicialmente se conformó el comité técnico del proyecto integrado por el secretario de la Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Producción Alimentaria, los supervisores del proyecto, el decano de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima y el director técnico científico del proyectos en el cual se definieron las funciones y las responsabilidades.

E igualmente se presentó el personal profesional involucrados en el proyecto representado por el grupo de docentes e investigadores de la Universidad del Tolima, profesionales, asistentes y estudiantes pasantes de la Facultad de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal.

Taller 2. Priorización de diez TUT.

Se realizó una revisión de la documentación existente a nivel nacional y regional sobre evaluación de tierras, por lo que se consultó diferentes fuentes de información de instituciones como La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA, La Secretaria Departamental de Agricultura, bases de datos de estadísticas del Departamento Nacional de Estadísticas DANE, AGRONET, IGAC entre otras. Desde el grupo de trabajo de la Universidad del Tolima se realizaron reuniones grupales y diferentes jornadas de trabajo, con el fin de socializar los avances en los diferentes componentes.

Taller 3. Selección de diez TUT.

Se desarrolló talleres de prospectiva estratégica participativa, mediante panel de expertos para la selección final de los TUT para el departamento del Tolima. Como etapa inicial se realizó la presentación de resultados preliminares al ejercicio de priorización, donde se presentó la revisión de políticas nacionales y políticas departamentales, además de cifras de área cosechada y crecimiento anual de los principales cultivos agrícolas del departamento. Finalmente se explicó la metodología de trabajo del taller.

El evento contó con la participación de 17 expertos de diferentes organizaciones tales como: La gobernación del Tolima, la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria –UPRA-, La Corporación Autónoma Regional del Tolima –CORTOLIMA-, La Agencia de Promoción de Inversión del Tolima –API-,

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA - NATAIMA El Banco Agrario, La Universidad del Tolima, USOSALDAÑA, La Comisión Internacional de Competitividad –CRC-, La Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Producción Alimentaria, La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas –FENALCE- y el Comité de Ganaderos del Tolima

Cada experto, según sus criterios, experiencia y conocimientos enumeró de 1 a 10 los cultivos de más importancia, siendo 1 muy importante y 10 menos importante. Los resultados de este taller de priorización definieron los diez TUT, que se presentan en esta metodología.

Diagnóstico ganadero

La cobertura de los pastos en el departamento del Tolima como uno de los tipos de uso agropecuarios pretende generar una respuesta al problema relacionado con el conflicto del uso de la tierra mediante la identificación de tres vertientes. La primera converge entre la utilización de suelo con potencial para la producción agrícola, la cual genera una reducción en la capacidad productiva primaria del departamento, una segunda que se sitúa en el conflicto entre la producción y la conservación evidenciada por el uso del suelo en áreas que deben ser protegidas y diferenciadas por sus fines ambientales y la tercera tiene que ver con los tipos de suelo y sus condiciones de alta pendiente, los cuales no son adecuados para la cría de ganado y que por la necesidad de desarrollo están utilizados para dicho propósito lo que genera problemas ambientales y de riesgo para las comunidades.

Metodología diagnóstico ganadero

Se consideraron cuatro momentos

i) búsqueda de información secundaria para los requerimientos de los pastos más significativos como cobertura en el Tolima, a partir de esta, se diferenciaron dos grupos: pastos predominantes de las ganaderías en la zona fría como el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y pastos de la zona cálida como el Colosua (*Bothriochloa pertusa*), ambos con comportamiento de pastos naturalizados.

ii) información primaria, utilizada para corroborar la información referencial sobre la presencia de los pastos en las zonas definidas para el departamento. En este momento se realizó la validación de los requerimientos de los pastos con productores, gremios del sector ganadero y expertos, adicionalmente al proceso de validación se inició la búsqueda de modelos idóneos para la producción y la búsqueda de indicadores de gestión de la cobertura pasto.

iii) dentro de la recolección de información primaria, se identificaron los modelos de pastura que generan beneficios económicos. Se encontraron dos herramientas para contabilizar la mayor intensidad ganadera en los municipios del departamento seleccionados, una donde se agrupan en valores económicos el arriendo de las pasturas por unidad animal manejada y otra donde se reconoce el alquiler de la tierra, cuyos cobros se realizan por cabeza de animal o por el uso de la tierra en tiempo determinado. Adicionalmente, se identificaron otras estrategias utilizadas por productores que intensifican la producción de forrajes a través de técnicas de preservación como la fabricación de heno y ensilaje.

iv) se identificaron dos propuestas significativas en el proceso de validación. Los pastos en monocultivo los cuales poseen criterios de divisiones de potreros para el manejo sin ciclos de pastoreo, que eleva la carga animal. Y el agro ecosistema los cuales manejan una compleja estructura al introducir árboles y arbustos como complemento del sistema para aportes en el ciclo de la materia, aportes en la nutrición del animal, incremento de la carga animal y confort animal.

Diagnóstico agroindustrial

En principio se tuvo en cuenta la definición de agroindustria propuesta por, Austin, (1981, 1992), “Empresa que elabora materiales de origen vegetal o animal. Involucra procesamiento, transformación, conservación almacenamiento, envasado y distribución a través de la alteración física o química”. La naturaleza de la transformación y el grado de transformación pueden variar, desde la limpieza, clasificación, y empaque de manzanas, procesos de molienda de arroz para la cocción, hasta la alteración química para crear comida vegetal texturizada. Según (FAO, 1997) “Se refiere a la subserie de actividades de manufacturación mediante las cuales se elaboran materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola. La agroindustria significa así la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca”.

La agroindustria en Colombia comenzó en el año 1904 con algunas empresas artesanales de alimentos y algunas dedicadas al procesamiento de algodón y tabaco y a partir del año 1936 se empezó a construir legislación entorno a los mecanismos de este proceso. (Macías & Castrillón, s. f.)

Las agroindustrias han sido caracterizadas y clasificadas de diversas formas. Según Macías & Castrillón, (s. f.), la clasificación más difundida es la realizada por Austin (1992). Tabla 1, que las categoriza según el grado en que se transforma la materia prima, y se tiene en cuenta, la inversión de capital, la complejidad tecnológica, y los requisitos de gestión que aumentarán a medida que el grado de transformación se eleva. Los alimentos crudos y la fibra se transforman para crear un producto comestible o utilizable, para aumentar la capacidad de

almacenamiento, para obtener una forma más fácilmente transportables o económicamente, y para mejorar la palatabilidad, valor nutricional, o la comodidad del consumidor

Tabla 1. Clasificación de las agroindustrias de acuerdo con la actividad de procesamiento.

I	II	III	IV
Actividad de procesamiento			
Limpieza Clasificación	Desmontada Molienda Corte Mezcla	Cocción	Alternación Química Texturización
		Pasteurización	
		Enlatado	
		Deshidratación	
		Congelación	
		Tejeduría	
		Extracción	
Productos Ilustrativos			
Frutas frescas Vegetales Frescos Huevos	Cereales Carnes Especias Alimentos para animales Yute Algodón	Productos Lácteos	Alimentos
		Frutas	Instantáneos
		Vegetales	Productos Vegetales
		Carnes	Texturizados
		Salsas	Llantas
		Textiles y vestidos	

Fuente: (Austin, 1981, 1992)

Además de forma amplia según Macías & Castrillón, (s. f.) Existen tres sectores diferenciados en la agroindustria alimentaria, subsectores con bajo grado de transformación, con mediana transformación y subsectores modernos con alto grado de transformación, estas caracterizaciones permiten ubicar a las agroindustrias en dos grandes categorías.

Agroindustria tradicional y moderna, la primera caracterizada por la elevada participación de materias primas de origen agropecuario en el valor de la utilización y de tecnología relativamente simple, y la segunda que incorpora actividades con alto grado de transformación de la materia prima.

Metodología diagnóstico industrial.

Se realizó a partir de:

Análisis de las matriculas mercantiles en cada una de las cámaras de comercio desde la perspectiva de los TUT priorizados. El departamento está dividido en tres zonas de importancia agrícola y pecuaria como son: norte, suroriente y centro. Tabla 2, para el diagnóstico se tuvo en cuenta la cámara de comercio de la zona Norte y la cámara de comercio de la zona Suroriente.

Tabla 2. Empresas de interés agrícola y pecuario en el departamento del Tolima.

Zonas departamento	Arroz	Café	Cárnicos - lácteos	Algodón	Frutales (Mango, lima, aguacate)	Total
Norte	3	-	4	-	2	9
Suroriente	9	6	4	2	2	22
Centro	10	7	5	-	-	23

De acuerdo con las matriculas mercantiles seleccionadas se agruparon las industrias en función de su código CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) con la intención de categorizarlas y extraer información a nivel agroindustrial. Producto de esto fueron obtenidas una serie de encuestas, la tabulación de la información de base y la identificación preliminar de requerimientos básicos de la industria. Como producto para la construcción de escenarios de aptitud agroindustrial en función de los diez TUT evaluados y la demanda del mercado, se construyó unos escenarios del sector agroindustrial donde se caracteriza cada TUT, desde la perspectiva agroindustrial como complemento a la información consolidada en campo y de base para el análisis prospectivo del potencial agroindustrial frente a sus principales renglones de producción.

Como fuentes secundarias se consultaron documentos y estudios realizados por el Centro Regional de Productividad y Desarrollo Tecnológico del Tolima –CPT, informes de la Asociación para el Desarrollo del Tolima –ADT-, Ministerio de Agricultura y archivos de las empresas en el área de influencia.

Para la obtención de información primaria se realizó la verificación en campo de la misma. La recolección de información en centros nodales fue realizada en los municipios de Honda, Espinal e Ibagué, como resultado se generó una base de datos con la ubicación de los establecimientos comerciales e industriales del departamento dedicados a la transformación de productos agropecuarios registradas por TUT, la cual sirvió de soporte para establecer el trabajo de campo, directorio empresarial y construcción de la herramienta de recolección de información primaria, a ser utilizada durante el recorrido por los municipios vinculantes de empresas industrializadoras de los productos objeto de estudio.

Los resultados consolidados a partir de las tareas preliminares permitieron recolectar información relacionada con exigencias de calidad, volumen y condiciones de la demanda de materia prima en los municipios de Espinal, Guamo, Saldaña, Ibagué, Mariquita, Honda, Chaparral, Ataco y Planadas, la cual fue contrastada y complementada con la evaluación de los mismos aspectos (calidad-oferta - demanda) en grandes y medianas empresas relacionadas con los TUT de pasturas representadas en productos cárnicos y lácteos, plátano, Maíz/Algodón,

aguacate, mango, y lima, ubicadas en la ciudad de Bogotá. Ciudad elegida por ser potencial zona de destino de los productos agrícolas generados por el departamento. Adicionalmente, se visitaron Instituciones gubernamentales como Procolombia, Ministerio de comercio, industria y turismo, DNP (departamento nacional de planeación), SAC (Sociedad de Agricultores de Colombia) con el propósito de recolectar información relacionada con normatividad e importancia del producto a nivel nacional.

3.3 FASE III. UNIDADES DE TIERRA –UT- PARA EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

La FAO (1985) propone un conjunto de cualidades y características para ser aplicadas en el proceso de evaluación de tierras, que pueden ser cualidades de la tierra medidas, o estimadas, solo características de la tierra, o una mezcla de las dos.

Levantamiento de suelos.

Corresponde a las UT, representado en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento del Tolima (IGAC, 2004), donde se tuvo en cuenta aspectos físicos y bióticos como el relieve, pendiente, erosión, pedregosidad, vegetación, usos de la tierra, erosión, patrones de drenaje. Por lo que se generó unidades de mapeo. A partir del estudio se establecieron los parámetros a utilizar para la elaboración de la base de datos de las diferentes unidades cartográficas incluye las características morfológicas, taxonómicas, propiedades físicas y químicas de los suelos. Una vez establecidos los parámetros se depuro y conformo una base de datos del componente edáfico de departamento a escala 1:100000.

Para la selección de las características y cualidades de la tierra a utilizar en la evaluación se elaboró una base de datos en formato Excel con 46 características y 16 cualidades, cuyas definiciones pueden ser encontrados en los trabajos realizados por (Martínez et al., 2013a, 2013b) y también en la memoria técnica de la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia. Escala 1:100.000 (UPRA, 2015) y en cada una de las fichas detalladas de los TUT priorizados para el departamento del Tolima. Sin embargo, aquí se hace una conceptualización general.

Una vez realizado el debate con el grupo de trabajo se seleccionaron seis criterios y 16 variables de la tierra. Tabla 3. Para sistematizar la información se elaboró una tabla que contiene las cualidades y las características que la componen, su rango de aptitud, calificación (rango del requerimiento edáfico) y el título que corresponde al tipo de utilización a evaluar TUT.

Tabla 3. Criterio y variables de la tierra para la evaluación física del departamento del Tolima.

Criterio	Variables
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva (cm)
	Pedregosidad (%)
	Textura
Capacidad de laboreo	Pendiente (%)
	Textura
	Pedregosidad %
Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad
	Textura
Disponibilidad de oxígeno	Drenaje natural
	Inundaciones calificación por clases de frecuencia.*
Conservación de suelos	Pendiente
	Erosión actual
Disponibilidad de nutrientes	Acidez pH
	CIC (cmol/kg de suelo)
	Materia orgánica (% C.O)
	Saturación de bases (SB)

Para determinar los requerimientos edáficos de los TUT a evaluar se realizaron talleres en diferentes municipios con asistentes técnicos, productores y agremiaciones que tuvieran conocimiento y experiencia sobre el TUT. Los talleres fueron realizados con el grupo de trabajo por lo que se definió los rangos de aptitud alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apto (N1) y orden de importancia de las cualidades. Una vez se realizaron los talleres se depuro, y se ajustó la información para ser evaluada para cada uno de los TUT.

Con los rangos de aptitud definidos por criterio y variable (A1, A2, A3 y N1) consignado en las fichas de requerimientos, se realizaron los árboles de decisión para obtener los rangos de aptitud por cualidad de la tierra. Para cada tipo de utilización (TUT) se realizaron los arboles de decisión. Una vez realizados fueron cruzadas con la oferta edáfica (caracterización de las unidades de suelos) del departamento y generar la cartografía. Una vez generada la cartografía se revisó la cartografía para identificar posibles errores en el procesamiento de la información.

Para cada uno de los diez TUT se realizó la descripción de las características y cualidades de la tierra seleccionadas para la evaluación de TUT seleccionados. En cada descripción se evidencian los conceptos y las relaciones que se tuvieron en cuenta para realizar la evaluación.

Condiciones de enraizamiento

Esta Calidad/Criterio hace referencia a la profundidad (espesor de suelo) hasta donde pueden llegar las raíces del cultivo sin mayores obstáculos físicos o químicos. Al haber mayor espacio disponible para que las raíces exploren, mejor será su anclaje al suelo y su facilidad de obtener agua y nutrientes, las limitantes como capas endurecidas, fragmentos (volumen de rocas en el perfil del suelo), horizontes químicos (salinos) repercuten directamente en los rendimientos potenciales del material vegetal. Para el análisis este criterio se consideraron tres variables asociadas: condiciones de enraizamiento: Profundidad efectiva -cm-, pedregosidad -% de volumen de roca en el perfil-, textura -grupos texturales-.

Importancia del criterio: Es fundamental para el desarrollo vegetativo normal del cultivo, de esta depende el principal insumo de partida para la planta, la interacción de estas tres características hace referencia a un grupo de propiedades físicas del suelo y depende principalmente de que en el camino del desarrollo de las raíces del cultivo se encuentre con obstáculos, ya sean físicos (Capas compactadas, volumen de rocas o contactos líticos) o químicos (Horizontes con salinidad o acidez) que limiten el normal desarrollo del cultivo. El resultado del criterio/cualidad se constituye en una herramienta especial para la toma de decisiones, por parte de los inversionistas y los planificadores del sector agropecuario en el país, dado que es el punto de partida para el desarrollo de la planta.

Capacidad de laboreo

La capacidad de laboreo se define como la facilidad o dificultad de un terreno para su preparación o adecuación para establecer un cultivo, estas labores pueden ser mecanizadas o manuales. Está en función de la pendiente, la clase textural de la capa arable y la presencia de pedregosidad en superficie y dentro del perfil. La combinación de estas características determina la aptitud del cultivo para su laboreo.

Importancia del criterio: Los procedimientos agrícolas actuales relacionan esta actividad con el uso de herramientas que han supuesto un cambio en la capacidad de laboreo o labranza. (Benítez & Friedrich, 2000) han clasificado este criterio en:

La labranza conservacionista es un término general que ha sido definido como "cualquier secuencia de labranzas que reduce las pérdidas de suelo y agua, en comparación con las de la labranza convencional" Este término incluye entre otras, la labranza cero -sinónimo de siembra directa y de no labranza-

La labranza mínima es el concepto que ha causado mayor confusión, ha sido definido como "la remoción mínima del suelo necesaria para la producción de cultivos..."; pero el laboreo mínimo para producir un cultivo varía de cero hasta

un rango de labranzas primarias y secundarias dependiendo del cultivo y del tipo de suelo. La labranza reducida se refiere al cultivo de toda el área del suelo pero con la eliminación de uno o más laboreos en comparación con los sistemas convencionales de labranza. Esto se refiere a un rango amplio de sistemas distintos, como por ejemplo: rastra de discos o cultivadora, luego sembrar; arado de cinceles o cultivadora, luego sembrar; rotocultor, luego sembrar. Dependiendo de los implementos utilizados y el número de pasadas, la labranza reducida puede ser clasificada como un sistema conservacionista o no conservacionista según la cobertura de rastrojos que queda al momento de la siembra. Por lo tanto, no todos los sistemas de labranza reducida son sistemas conservacionistas.

La labranza convencional involucra la inversión del suelo, normalmente con el arado de vertedera o el arado de discos como labranza primaria, seguida por labranzas secundarias con la rastra de discos. El propósito principal de la labranza primaria es controlar las malezas por medio de su enterramiento, y el objetivo principal de la labranza secundaria es desmenuzar los agregados y crear una cama de siembra.

Según Shaxson & Barber, (2008) La causa más frecuente de las condiciones de enraizamiento es la restricción física debido a la falta de porosidad en el suelo suficientemente grandes para que las raíces penetren fácilmente o que puedan ser ensanchados o expandirse lo necesario para su crecimiento. Esta situación ocurre en las capas densas tales como los pisos de arado formados por la labranza o capacidad de laboreo, sin embargo, esas capas densas también ocurren naturalmente en suelos susceptibles al endurecimiento.

Disponibilidad de humedad

Es la cantidad de agua que dispone el suelo para el crecimiento de las plantas y se encuentra entre la Capacidad de Campo –CC- y el Punto Permanente de Marchitez –PPM-. La capacidad de campo – se refiere a la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje. El drenaje ocurre por la transmisión del agua a través de los poros mayores de 0,05 mm de diámetro; sin embargo, la capacidad de campo puede corresponder a poros que varían entre 0,03 y 1 mm de diámetro y el Punto permanente de marchitez – se refiere al contenido de agua de un suelo que ha perdido toda su agua a causa del cultivo y, por lo tanto, el agua que permanece en el suelo no está disponible para el mismo (Shaxson & Barber, 2008)

Importancia del criterio: Se relaciona con las características climáticas de la zona y con las clases texturales dominantes en el suelo, por tanto, se considera un

indicador de la disponibilidad de agua para las plantas, es decir que se pueden identificar las zonas en donde se necesite implementar un sistema de riego que supla las necesidades hídricas de la planta para tener un desarrollo óptimo.

Disponibilidad de oxígeno

Está relacionado con la aireación o ventilación del suelo. Determina la velocidad de intercambio de gases con la atmósfera, la proporción del espacio poroso lleno con aire, la composición de este aire y el potencial químico de oxidación o reducción que resulta en el ambiente del suelo. Los gases oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂), juntamente con el agua, son los componentes principales de los procesos biológicos vitales la respiración de los organismos y la fotosíntesis de las plantas. La disponibilidad de oxígeno es un factor que interviene en la remoción bioquímica de la materia orgánica depende del balance en el sistema entre el consumo (respiración) y las aportaciones de oxígeno. Las posibles fuentes de oxígeno en el sistema provienen de la aireación superficial (oxígeno procedente de la atmósfera), fotosíntesis (oxígeno liberado por organismos fotosintéticos, a consecuencia de la fotoasimilación del carbono), y transferencia de la planta (liberación de oxígeno presente en el aerénquima. (Pardos, 2004)

Para la mayoría de las plantas parece existir un nivel crítico de concentración de oxígeno en el suelo por debajo del cual se limita el crecimiento y la producción. Normalmente, el contenido de oxígeno en el suelo es, un poco inferior al 20%, en las capas más superficiales, en un suelo con una estructura estable y abundancia de macroporos. Este contenido puede reducirse a 5% o valores cercanos a cero en los horizontes más profundos de un suelo con drenaje pobre, si es consumido rápidamente por las raíces en crecimiento activo o por microbios. Cuando todos los poros del suelo se llenan de agua, los microorganismos extraen la mayor parte del oxígeno en el agua para su metabolismo. Una vez se ha agotado todo el oxígeno, se dice que el ambiente del suelo es anaeróbico. Brady y Weil, 1999 (citado en Arcila et al., 2007)).

Importancia del criterio: Los cultivos obtienen de la atmosfera elementos como el nitrógeno, oxígeno, y carbón y la deficiencia en cualquiera de estos ocasiona en la planta un bajo rendimiento, una incidencia directa en la floración y en la tasa de crecimiento de la planta. La falta de oxígeno en el suelo está generalmente asociada con altas humedades o altas temperaturas. Puede causar desecación de la raíz. Una combinación de alta humedad del suelo y altas temperaturas del aire o del suelo causan el colapso de las raíces. La primera condición, aparentemente reduce la cantidad de oxígeno disponible para la raíz, mientras que la segunda aumenta los requerimientos de la planta. Al presentarse las dos condiciones, el resultado es una

deficiencia severa de oxígeno para la planta, que causa su deterioro y muerte Papendick y Elliot, 1983.(Citado en Arcila et al., 2007)

Conservación de suelos

Se consideraron dos variables asociadas a la conservación del suelo: Pendiente y erosión actual del suelo. En el contexto de la Asociación Mundial de la Conservación del Suelo y del Ambiente (*World Association of Soil and Water Conservation –WASWC-*) Se define la Conservación del Suelo y Agua – *Soil and Water Conservation SWC-* como: las actividades a nivel local que mantienen o aumentan la capacidad productiva de la tierra en áreas afectadas por o propensas a la degradación, incluye la prevención o la reducción de la erosión del suelo, consolidación y la salinidad; la conservación o drenaje del suelo; el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Importancia del criterio: Las prácticas y obras de conservación buscan disminuir y anular el efecto de los factores que favorecen la erosión. Por ejemplo, amortiguar la energía por el golpe de las gotas de lluvia, disminuir la velocidad de las aguas de escorrentía, encauzar las aguas sobrantes o proteger la estructura del suelo. Estas prácticas preventivas de la erosión buscan la sostenibilidad de los niveles de productividad en el tiempo y en el espacio (FNC, 2012)

Disponibilidad de nutrientes

Se consideraron cuatro variables asociadas a disponibilidad de nutrientes: pH, Capacidad de Intercambio Catiónico –CIC- , carbono orgánico, saturación de bases –SB-. La nutrición vegetal depende minerales, microorganismos y molécula orgánicos entre otros. Éstos a la vez están relacionados con las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Las adiciones de materia orgánica o de abonos orgánico-minerales favorecen esta condición, porque, contienen moléculas que alimentan poblaciones microbianas que segregan las enzimas requeridas para solubilizar minerales o mineralizarla, pero no suplen las necesidades de la mayoría de los cultivos. Esta dinámica está determinada por la presencia de elementos que intervienen en la fijación del nitrógeno o la producción de ácidos orgánicos que liberan fósforo, pero que también pueden afectar la biodisponibilidad de varios nutrientes o las poblaciones microbianas (Medina, Guarín, & Roa, 2011).

Los nutrientes que son absorbidos por las especies vegetales a través de la atmósfera son: el Carbono –C-, el Hidrógeno –H- y el Oxígeno –O-. El carbono es utilizado en forma de gas carbónico -CO²- durante el proceso de fotosíntesis; el oxígeno, en forma de gas -O²-, en el proceso de respiración y el hidrógeno durante el mecanismo de absorción del agua -H₂O- por las raíces de las plantas. Normalmente las plantas disponen de grandes reservas de carbono –C- y Oxígeno

-O--en el aire, por lo tanto, estos elementos no son limitantes. El hidrógeno puede llegar a ser deficiente bajo condiciones de extrema sequía (Snyder & Slaton, 2003).

Importancia del criterio: La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micro nutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen Carbono(C), Hidrógeno (H), Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) (FAO, 2016).

Niveles adecuados de nutrientes en el suelo son esenciales para la sostenibilidad del sistema de cultivo de mango, ya que contribuyen al buen desarrollo, para una mejor productividad y calidad de la fruta. El plan de fertilización, debe obedecer a las diferentes etapas fenológicas y desarrollo de los árboles. En la fase de pre- siembra, si el encalado es necesario, se debe hacer directamente en el sitio de siembra al menos 90 días antes de hacer la plantación. También es importante usar fertilizantes aprobados y registrados, libres de sustancias tóxicas, principalmente de metales pesados (Asohofrucol & Corpoica, 2013).

3.4 FASE IV. TIPOS DE USO DE LA TIERRA

En su etapa preliminar, la evaluación de tierras con fines de uso agropecuario requiere de la selección de tipos usos de la tierra (TUT), que dependen de la escala, objetivo y de las clases de uso a evaluar, como de los recursos disponibles. Esta selección, es un ejercicio complejo cuando debe realizarse en un territorio con diversidad socioeconómica, climática y altitudinal, que lo hace por vocación, un territorio de producción agrícola y pecuario diverso.

Por lo anterior, seleccionar diez TUT con fines agropecuarios para el departamento del Tolima implico priorizar, entre muchos usos actuales y potenciales, que de acuerdo con la metodología de evaluación de tierras a escala 1:100.000 se deben de tener en cuenta. La priorización entonces, requirió de la implementación de una metodología de selección de los TUT basado en criterios que permitan analizar las alternativas seleccionadas.

3.4.1 Selección de TUT.

Para la priorización de los TUT, se revisó las evaluaciones de tierra realizados en el territorio nacional, por lo que se tuvo en cuenta la opinión de los actores de planificación y ordenamiento en la evaluación de tierras como son: decisores/evaluadores, los expertos y los usuarios/beneficiarios, que incluye instituciones como la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria –UPRA-, la Secretaria Departamental de Agricultura, Programa para la Transformación Productiva e investigadores de diferentes disciplinas de la Universidad del Tolima y de Corpoica.

Revisión y análisis de antecedentes.

El proceso de priorización de los TUT, se inició con la revisión de metodologías similares en evaluación de tierras con fines de uso agropecuario. En dicha revisión es sorprendente encontrar que en las publicaciones realizadas, no se explica cómo se definen los TUT, para los cuales se realiza la evaluación. Por ello fue importante el aporte de los expertos e investigadores del grupo base, que cuentan con experiencia en evaluación de tierras, como las recomendaciones dadas por la UPRA, en el taller denominado “lineamientos generales para incorporar aspectos del mercado al ordenamiento productivo agropecuario”.

Por lo anterior, la revisión se dividió en dos actividades fundamentales. 1) Análisis de políticas de carácter nacional e internacional enfocadas a la producción agropecuaria con el fin de identificar usos ya priorizados que cuenten con programas y planes del orden nacional y departamental para la promoción de la producción de usos específicos, y 2) Identificación de la oferta del territorio, a través de la revisión de las estadísticas agropecuarias realizadas en la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario –AGRONET-.

Revisión de políticas nacionales y departamentales.

Como parte del ejercicio de priorización realizado para los TUT, en el marco del Proyecto “Evaluación de tierras para diez tipos de uso agropecuario en el departamento del Tolima” se revisaron las políticas de orden nacional y departamental, con el fin de construir una visión objetiva y generalizada de los productos priorizados, al mismo tiempo identificar los productos con potencialidad destacada.

Estudios nacionales

Dentro de los documentos abordados se considera los estudios realizados para determinar productos agropecuarios al mercados externo dentro de los cuales se analizó “Apuesta exportadora agropecuaria” que través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, lideró un proceso de consulta y diálogo, a través del cual se identificaron los diez grupos de productos de mayor potencial para la exportación, las regiones del país que ofrecen las mejores condiciones para su producción y los instrumentos de política que servirán de apoyo para incrementar su competitividad y asegurar su ingreso a los mercados externo.

Los criterios para su selección estuvieron basados principalmente en las oportunidades de mercado de cada producto, se tuvo en cuenta los tratados comerciales suscritos por el país, sus indicadores de competitividad y los requisitos necesarios para que sea admitido en mercados internacionales.

Como resultado del consenso entre los diferentes actores del sector agropecuarios se priorizaron los siguientes productos promisorios exportables: 1. Cultivos de tardío rendimiento (palma, cacao, caucho, macadamia y marañón), 2. Frutas (pitahaya, mango, feijoa, aguacate, bananito, lima Tahití, uchuva, piña golden, maracuyá, lulo, mora, granadilla y tomate de árbol), 3. Hortalizas (esparrago, cebolla de bulbo, brócoli, coliflor, lechuga gourmet, alcachofa y ají), 4. Forestales 5. Potenciales exportables (tabaco, algodón y papa amarilla), 6. Carne bovina y lácteos, 7. Acuicultura (camarón de cultivo y tilapia), 8. Cafés especiales, 9. Tradicionales exportables (café, banano, flores, caña de azúcar y plátano de exportación), 10. Biocombustibles (etanol a partir de caña de azúcar, caña panelera y yuca y biodiesel a partir de palma de aceite. (Arias, Tamara, & Arbeláez, 2006)

Igualmente se tuvo en cuenta el documento realizado por Mincomercio Industria y Turismo, 2013. Programa de Transformación Productiva:-PTP- que unido con su principal gremio la Asociación hortofrutícola de Colombia –Asohofrucol- construyeron un plan de negocio con el fin de convertir a Colombia en un exportador con oferta sostenible a precios competitivos, que busca aprovechar las favorables condiciones de clima y suelos que tiene el país.

Este plan propone la generación de un crecimiento económico continuo que mejora la competitividad, productividad e innovación, por la cual se priorizaron siete productos (cinco frutas y dos hortalizas) con el fin de potencializarlos a nivel internacional. Los productos son: Papaya, piña, mango, fresa, aguacate, cebolla de bulbo y ají, estos fueron priorizados en función de sus posibilidades de exportación por lo que se tuvo en cuenta el fortalecimiento del empresario rural, el desarrollo de los factores de productividad y comercialización así como la posibilidad de posicionarlos en mercados internacionales, así la intención del gobierno nacional de

convertir al sector hortofrutícola en un sector líder, productivo y de alto dinamismo.(Asohofrucol, 2013)

Otros documentos tomados en cuenta para la revisión, son algunos de los Tratados de Libre Comercio –TLC- suscritos por Colombia, pues en ellos se puede vislumbrar oportunidades en el mercado internacional para nuestros productos agropecuarios. Se tomaron en cuenta los TLC firmados con Estados Unidos, Canadá, México, Triángulo del Norte, Suiza y además se revisó los documentos resumen de Procolombia entidad encargada de promover el turismo, la inversión extranjera en Colombia, las exportaciones no minero energéticas y la imagen del país, con el fin de establecer los productos que estaban contemplados dentro de la exención arancelaria inmediata o a corto plazo.

Estudios departamentales

Con el interés de evaluar la congruencia de las políticas nacionales con las departamentales se revisaron las políticas departamentales más relevantes como el “Plan frutícola nacional – desarrollo de la fruticultura en el Tolima” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Asohofrucol, 2006),p 65-71), documento que toma en cuenta la tradición y predisposición del Tolima en la producción frutícola, y presenta una metodología clara para priorizar las frutas y programar eficientemente el desarrollo de un centro productor de materia prima frutícola para el desarrollo de los mercados en fresco y agroindustrial competitivo en el mercado nacional e internacional.

Se revisó el Plan de desarrollo “Unidos por la grandeza del Tolima” 2012 – 2015 (Gobernación del Tolima & Departamento Administrativo de Planeación, 2013) p, 254), dentro del eje 3. Ahora sí... oportunidades para el crecimiento y la competitividad del Tolima, se evidencia políticas para promover la agroindustria en basadas en estrategias de investigación, innovación y desarrollo de productos agroindustriales con la incorporación del componente de base tecnológica y de mercadeo orientadas a fortalecer las cadenas productivas.

Se resalta el documento “Agroindustria de alto valor agregado, avances y retos” (Asociación para el Desarrollo del Tolima - ADT, 2005), el cual toma como base el plan regional de competitividad generado por la comisión regional de competitividad del Tolima, y sirve de soporte para la política de competitividad del departamento apuntándole a regiones específicas de la agroindustria tecnificada.

La “Revista de las oportunidades. Tolima” (Proexport Colombia, 2012), resalta al departamento como un eje estratégico para los TLC, debido a su potencial

productivo que permite aprovechar oportunidades comerciales no solo desde el punto de vista agrícola sino también agroindustrial.

Análisis de la oferta agrícola del departamento

De acuerdo a los lineamientos planteados por la UPRA, se recopiló información de la oferta del sector agrícola departamental, basada en las Evaluaciones Agropecuarias anuales que realiza el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADS-, a través de las secretarías de agricultura departamentales y que se registran en Agronet.

Dada la amplia diversidad de la producción agrícola del departamento, la UPRA sugiere incluir en el análisis los cultivos con registros continuos en los últimos cinco años, hasta 2013, esto con el objeto de identificar tendencias. Se decidió tomar un período de siete años, debido a la disponibilidad de datos, lo que finalmente generó una primera selección de 45 cultivos. Luego se seleccionaron cultivos que estuvieran por encima de las mil hectáreas en cosecha como un reflejo de la vocación biofísica y socio-económica; lo que permitió determinar los siguientes cultivos para su análisis: aguacate, algodón, arracacha, arroz riego, banano, café, cacao, caña panelera, frijol, maíz, mango, papa, plátano, yuca y sorgo.

Posteriormente, se incluyeron cultivos con un potencial exportador, de acuerdo a la revisión de políticas nacionales y departamentales, ya que el departamento del Tolima es considerado como un departamento con muchas fortalezas para el desarrollo de una fruticultura de exportación en la que actualmente exportan lima tahití, por lo cual se incluyó como cultivos potenciales: lima tahití, piña, mora, uchuva y bananito o banano bocado.

Para complementar el análisis derivado de las políticas y de la estadística de la oferta agrícola departamental, se hizo una revisión de información de mercado, con la intención de identificar la demanda actual y futura (a nivel nacional e internacional) de los cultivos preseleccionados, su grado de desarrollo y nivel competitivo.

Para el análisis estadístico de los productos agrícolas preseleccionadas, se consideraron las variables de: área cosechada, volumen de producción y productividad (rendimiento por hectárea), a su vez se calcularon promedios de crecimiento anual, se compararon con otros departamentos, a fin de comprender el desempeño de las variables en el período estudiado.

Como complemento a este análisis básico estadístico de la producción agrícola, se revisaron diversos estudios de mercado e información socio económica

a fin de establecer oportunidades en el mercado regional, nacional e internacional, así como las amenazas, debilidades y fortalezas de la oferta agrícola departamental; algunas variables tomadas en cuenta fue el consumo nacional aparente, sistemas de producción, estudios del TLC y su impacto en el sector agrícola, comercio exterior, tipo de usos y consumo, precios, institucionalidad (presencia de gremios y asociaciones). De nuevo aquí se vuelve a considerar la información sobre las políticas nacionales sobre exportación y los estudios de mercados internacionales, que se revisaron anteriormente.

Para cerrar este primer ciclo de análisis en el cual se han identificado 20 TUT agrícolas, se realizó una reunión con la UPRA con el objetivo de retroalimentar el proceso. De dicha reunión se obtuvo buenos comentarios respecto a lo metodológico y se recomendó el uso de información adicional y pertinente como el documento denominado “Perspectivas Agrícolas 2014-2023” (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2014), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos *Organization for Economic Cooperation and Development* –OECD; FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), de fundamental referencia para orientar cualquier tipo de decisión en el orden productivo para el sector agrícola, entre otros documentos e información estadística.

Priorización por el método de Brown y Gibson

A partir de los 20 TUT preseleccionados, la información socio económica y de mercado analizada, se implementó el método de Brown y Gipson (Brown & Gibson, 1972). Técnica que se puede calificar como cuali-cuantitativa fundamentada en la medición de variables relevantes, objetivas y cuantificables que son definidas y ponderadas por el juicio de un grupo de expertos.

Para este método es importante la conformación de un grupo multidisciplinario, que es precisamente lo que caracteriza al grupo base. La técnica consistió en la selección de variables medibles y cuantificables relacionadas con los TUT, con fines agropecuarios, ellas debían permitir la comparación entre TUT, sin que la particularidad de alguno de ellos influyera en la evaluación, no obstante debían ser altamente pertinentes a la producción agrícola en su contexto ambiental y socio económico.

Las variables seleccionadas fueron definidas de modo que el grupo de expertos manejaran el mismo significado, e igualmente estaban asociadas a un indicador que permitió su cuantificación y ponderación de acuerdo con el grado de

importancia definida por el experto. Las variables, definición e indicador de medición fueron las siguientes:

Brecha con el primer productor: Es la diferencia entre el rendimiento del cultivo en el departamento del Tolima y el mejor productor del país. El rendimiento puede evidenciar la tecnología de producción, el buen manejo agronómico y la gestión de los recursos. El indicador es el rendimiento departamental sobre el rendimiento del mejor productor por 100%. Los rendimientos se tomaron promedios entre 2007 y 2013.

Demanda: Implica que hay una demanda actual significativa y en crecimiento para el cultivo bajo estudio. Esta demanda puede ser fuera del país o en el territorio. En el caso de los productos con potencial exportador no se tuvo en cuenta aquellos productos para los cuales no existe protocolo de exportación establecido por el ICA. El indicador es la presencia/ausencia de demanda actual consolidada y/o potencial y de nichos de carácter nacional e internacional.

Oferta: Toma en cuenta el área cubierta por el cultivo en el departamento. El indicador es el peso del área del cultivo sobre el área en cosecha total departamental en promedio entre 2007 y 2013

Competitividad: Evalúa la presencia del cultivo en el mercado nacional o internacional según el caso. El indicador es el precio del cultivo departamental en comparación con la producción del mayor productor a nivel nacional. En el caso de los productos con potencial exportador (ejemplo: mango, lima, aguacate) se evaluaron otras características de la producción nacional en comparación con el mayor exportador a los estados Unidos.

Cadena de Valor: El cultivo cuenta con una agrocadena nacional conformada por instituciones gubernamentales y/o privadas que representa a productores, intermediarios y transformadores, quienes agregan valor y hacen llegar el producto al consumidor. Además también se toma en cuenta la existencia de asociaciones de productores. Es una variable socioeconómica que ayuda a establecer si el TUT, cuenta con un debido soporte institucional, también puede demostrar capacidad para la competitividad y por otro lado la existencias de dichas instituciones y asociaciones implica una red humana que apoya el cultivo. El indicador es la presencia/ausencia de instituciones y agremiaciones.

Ya establecidas las variables y sus indicadores se establece una matriz donde, cada TUT, se evalúa y se obtiene una calificación. Igualmente, para cada indicador se construye una escala cuyos valores son iguales para que el valor obtenido por cada TUT, y por cada indicador sea comparable. Por otra parte, las variables fueron ponderadas por cada experto mediante la comparación de todas y

cada una de las variables contra todas, una comparación a la vez. Dado que cada experto obtiene valores diferentes, el peso final de cada variable fue un promedio.

Priorización por expertos externos por el método Delphi

En la fase de consulta inicial de la evaluación de tierras se requiere convocar la opinión de personas, grupos, instituciones, usuarias de los resultados de la evaluación de tierras, y aquellas que hacen uso de la tierra en lo referente a la agricultura. Con base en lo anterior, se decidió escuchar la opinión actores e instancias de planificación y ordenamiento que pudieran complementar y consolidar la priorización de los TUT considerados. Para esto se realizó un taller con la metodología Delphi en tiempo real que se caracteriza por ser una variante de la metodología Delphi que se puede llevar a cabo en una reunión, recopila y resume las respuestas de los expertos rápidamente, para llegar a consensos (Varela, Díaz, & García, 2012). Para el caso de este taller la metodología utilizada se resume en la Figura 11.

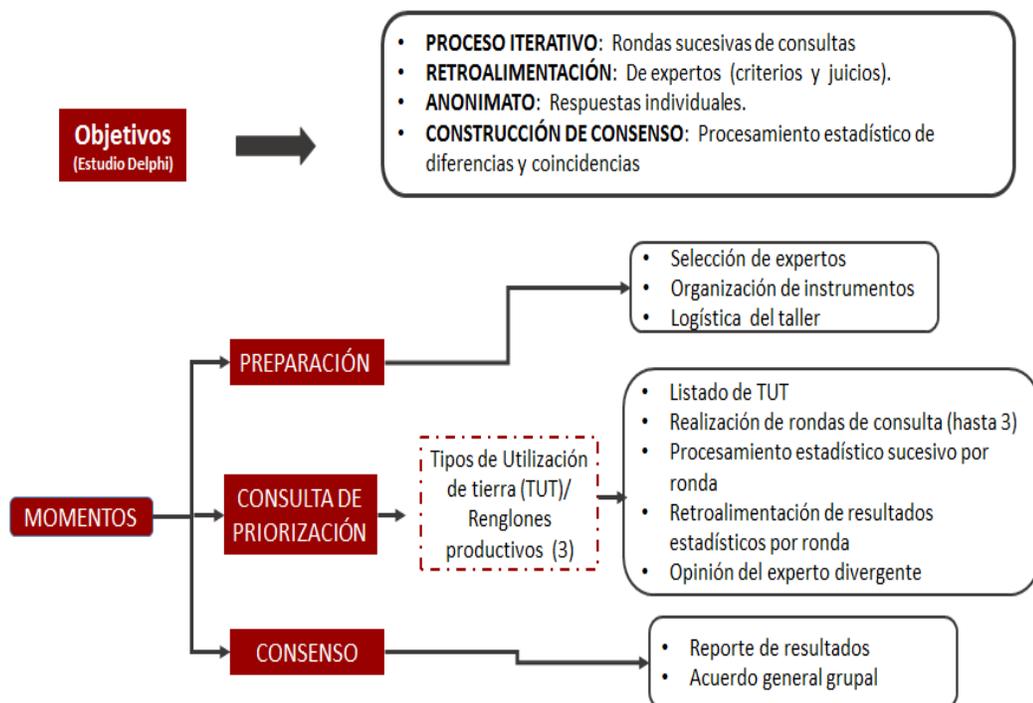


Figura 11. Esquema de desarrollo metodología Delphi.

La etapa de preparación, es concerniente a la selección de los expertos que hicieron parte del taller; bajo esta metodología, un experto es aquel que por su profesión, ocupación y experiencia presenta competencias para el desarrollo de una actividad, por encima del promedio, igualmente se toma en cuenta su conocimiento estuviese muy relacionado con el tema de estudio. En esta etapa también se diseñó el instrumento de captura de información y la logística e infraestructura para el taller.

3.4.2 Componente Económico para los TUT priorizados

El diagnóstico se realiza para cada TUT priorizados para el departamento en este estudio, Se presenta en los anexos de cada TUT, donde se hace una descripción general. Para dicha descripción se tuvo en cuenta el trabajo de campo con productores y técnicos y algunas fuentes secundarias consultadas como algunos gremios e instituciones del área agropecuaria. Adicionalmente se agruparon los TUT por su ciclo productivo y algunas similitudes en los sistemas productivos.

3.5 FASE V. USO ACTUAL Y COBERTURA DEL SUELO.

Para el departamento del Tolima se actualizó el Mapa de Coberturas de la Tierra por lo que se utilizó la metodología *Corine Land Cover*, Adaptada para Colombia, Escala 1:100.000, Periodo 2015.

La zonificación de las coberturas de la tierra se presenta como una alternativa de caracterización de las coberturas naturales y antropizadas presentes en un territorio, es un instrumento para administrar, ordenar y hacer uso sostenible del mismo (IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA, 2008). Es la forma de conocer los recursos naturales de un territorio, evaluar las formas de ocupación y apropiación del espacio geográfico, como también actualizar de modo permanente la información, con lo cual se facilitan los procesos de seguimiento de los cambios y la evaluación de la dinámica de las coberturas terrestres. (IDEAM, 2010, p. 5).

En busca de principios de contribuir a la producción ordenada, estandarizada, sistemática e interinstitucional de la cartografía de la tierra del país, se actualizó el mapa de coberturas de la tierra para el departamento del Tolima, se utilizó como base el mapa nacional de Cobertura de la Tierra generada por el IDEAM periodo 2005-2009, a escala 1:100.000, V1.0. (IDEAM, 2012)

En la Figura 12, se presenta el esquema metodológico para la actualización del mapa de coberturas para el departamento, como etapa inicial, la actualización parte de la reinterpretación de las coberturas contenidas en el mapa del IDEAM del periodo 2005 – 2009, Una segunda etapa fue la interpretación actual que utiliza como insumo un mosaico de imágenes satelitales RapidEye adquiridas por la Universidad del Tolima, Gobernación del Tolima y CORTOLIMA, (2015) y Landsat 8. Tabla 4.

La metodología desarrollada para la actualización de coberturas de la tierra del departamento del Tolima periodo 2015. Considero los lineamientos metodológicos principales para la actualización del mapa de coberturas de tierra (IDEAM, 2012).

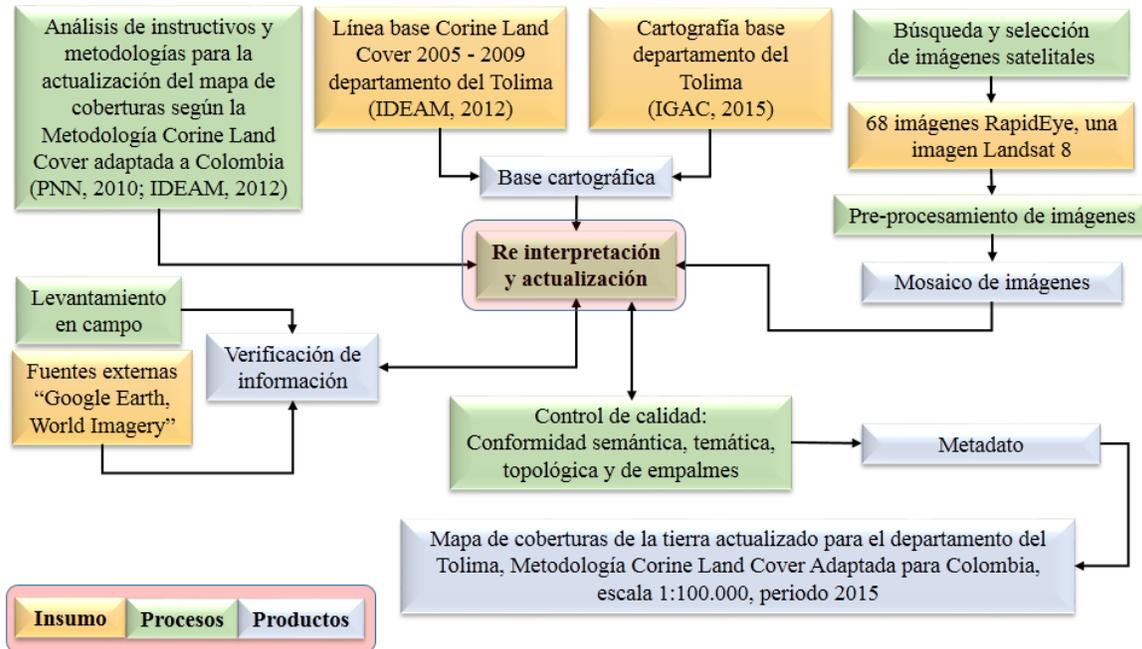


Figura 12. Esquema metodológico para la actualización del mapa de coberturas de la tierra del departamento del Tolima.

Fuente: Autores de la investigación (2016).

Los cuales comprenden: i) la metodología de reinterpretación, ii) el manual de control de calidad en el que se definen las pautas básicas para el aseguramiento de la gestión de calidad de la información y por último, iii) el formato estándar de campo como guía para medir la calidad y validar la información.

Fases de la actualización del mapa de coberturas de la tierra para el departamento del Tolima:

Primera fase: Análisis de instructivos y metodologías Corine Land Cover adaptada para Colombia. Búsqueda y selección de la cartografía básica y temática actualizada del departamento, fuente IGAC 2014. Identificación y adquisición de 68 escenas de imágenes satelitales del sensor Rapideye por parte de la Universidad del Tolima y Gobernación del Tolima. Mosaico de imágenes RapidEye 2015 de la zona centro del departamento del Tolima, custodio de la Universidad del Tolima y CORTOLIMA, fragmento de imagen Landsat 8 “LC80090582014024LGN00_MTL” para cubrir el límite de la zona sur del departamento. Figura 13.

Tabla 4. Imágenes RapidEye 2015, utilizadas para la actualización del Mapa de Coberturas de la tierra del departamento del Tolima.

CAT_ID	TILE_ID	ACQ_DATE	CAT_ID	TILE_ID	ACQ_DATE	CAT_ID	TILE_ID	ACQ_DATE
19609886	1840410	17/02/2015	19073120	1840714	04/01/2015	19073157	1841116	04/01/2015
19064468	1840411	03/01/2015	19052618	1840715	02/01/2015	19064528	1841213	03/01/2015
19064469	1840412	03/01/2015	21285863	1840716	02/07/2015	19064529	1841214	03/01/2015
20571058	1840509	02/05/2015	19609911	1840810	17/02/2015	19840581	1841215	09/03/2015
19609942	1840510	17/02/2015	19609912	1840811	17/02/2015	19073102	1841216	04/01/2015
19064532	1840511	03/01/2015	19064498	1840812	03/01/2015	19064477	1841313	03/01/2015
19064420	1840512	03/01/2015	19064499	1840813	03/01/2015	19064478	1841314	03/01/2015
19073106	1840514	04/01/2015	19073187	1840814	04/01/2015	19840539	1841315	09/03/2015
19073107	1840515	04/01/2015	19073188	1840815	04/01/2015	19073170	1841316	04/01/2015
21961793	1840609	18/08/2015	19073189	1840816	04/01/2015	19064428	1841413	03/01/2015
19609899	1840610	17/02/2015	21285903	1840816	02/07/2015	19064429	1841414	03/01/2015
19609900	1840611	17/02/2015	20542396	1840817	29/04/2015	19840495	1841415	09/03/2015
19064480	1840611	03/01/2015	19609869	1840911	17/02/2015	19840496	1841416	09/03/2015
19064481	1840612	03/01/2015	19064450	1840912	03/01/2015	19064490	1841513	03/01/2015
19064482	1840613	03/01/2015	19064451	1840913	03/01/2015	19064492	1841514	03/01/2015
19073174	1840614	04/01/2015	19073137	1840914	04/01/2015	19840553	1841515	09/03/2015
21285894	1840615	02/07/2015	19073138	1840915	04/01/2015	19840554	1841516	09/03/2015
19380889	1840616	29/01/2015	19073139	1840916	04/01/2015			
19609857	1840710	17/02/2015	19040701	1840917	01/01/2015	19073206	1841015	04/01/2015
19609858	1840711	17/02/2015	20058588	1841011	25/03/2015	19073207	1841016	04/01/2015
19064431	1840711	03/01/2015	19609925	1841012	17/02/2015	19040763	1841017	01/01/2015
19064433	1840712	03/01/2015	19064515	1841013	03/01/2015	19064464	1841113	03/01/2015
19064434	1840713	03/01/2015	19840567	1841014	09/03/2015	19064465	1841114	03/01/2015
						19840527	1841115	09/03/2015

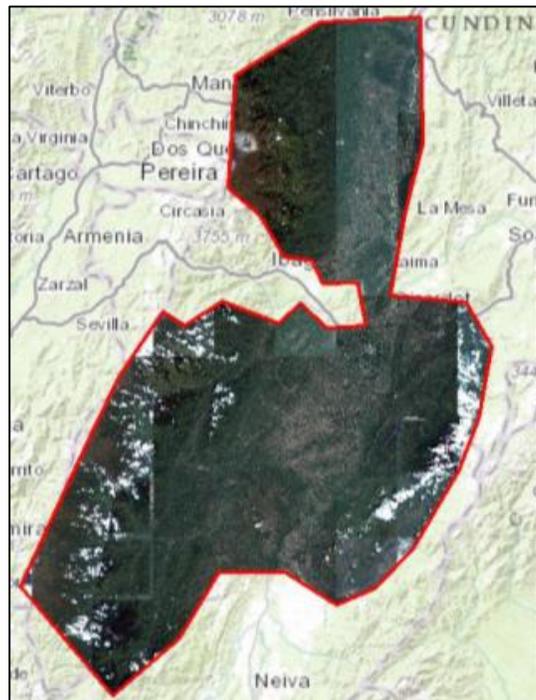


Figura 13. Cubrimiento de imágenes RapidEye sobre departamento del Tolima

Segunda fase: Construcción y estructuración de la base de datos geográfica proyectada al sistema de referencias MAGNA-SIRGAS 3116. Pre-procesamiento digital de las imágenes RapidEye y Landsat 8. Visualización e identificación del solapamiento de las imágenes para la construcción del mosaico general del departamento.

Tercera fase: Reinterpretación y actualización de las unidades de coberturas existentes en la capa base de Corine Land Cover 2005 - 2009 para el departamento del Tolima (IDEAM et al., 2012). Construcción de unidades mínimas de mapeo de 25 ha en territorio agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua, y 5 ha en territorios artificializados; para el caso de unidades lineales 50 metros de ancho. Figura 14.

Cuarta fase: Verificación de la información apoyada en trabajo de campo y fuentes de información externas como Google Earth y World Imagery. Para el trabajo de campo se elaboró un cuestionario. Tabla 5, el cual fue cargado a los colectores de información como un archivo shape con dominios vinculados a la geodatabase, además de estar la cartografía básica de las zonas de interés y la capa de coberturas Corine Land Cover en proceso de actualización.

Tabla 5. Cuestionario de campo en colectores Juno SD para la captura de información.

Nombre del proyecto asignado al área de verificación: Zona sur departamento del Tolima												
Fecha:											Municipios:	
Nombre responsable:											Sistemas de coordenadas: Magna-Sirgas 3116	
Dirección de observación y foto de observación											Observaciones	
Cobertura observada	Vista en el Punto	Foto en el Punto	Vista Norte	Foto al Norte	Vista Sur	Foto al sur	Vista Este	Foto al este	Vista Oeste	Foto al Oeste		

En campo fueron diligenciados los formularios por el equipo de trabajo. Figura 15. Igualmente se contó con un equipo de cámaras que proporcionan la ubicación geográfica de cada imagen, por lo que es posible la relación espacial de las coberturas reinterpretadas y actualizadas, con el punto de observación de la captura de la imagen. A partir de lo cual se generó un archivo de los recorridos de campo, puntos observados y descritos, apoyados en el registro fotográfico.

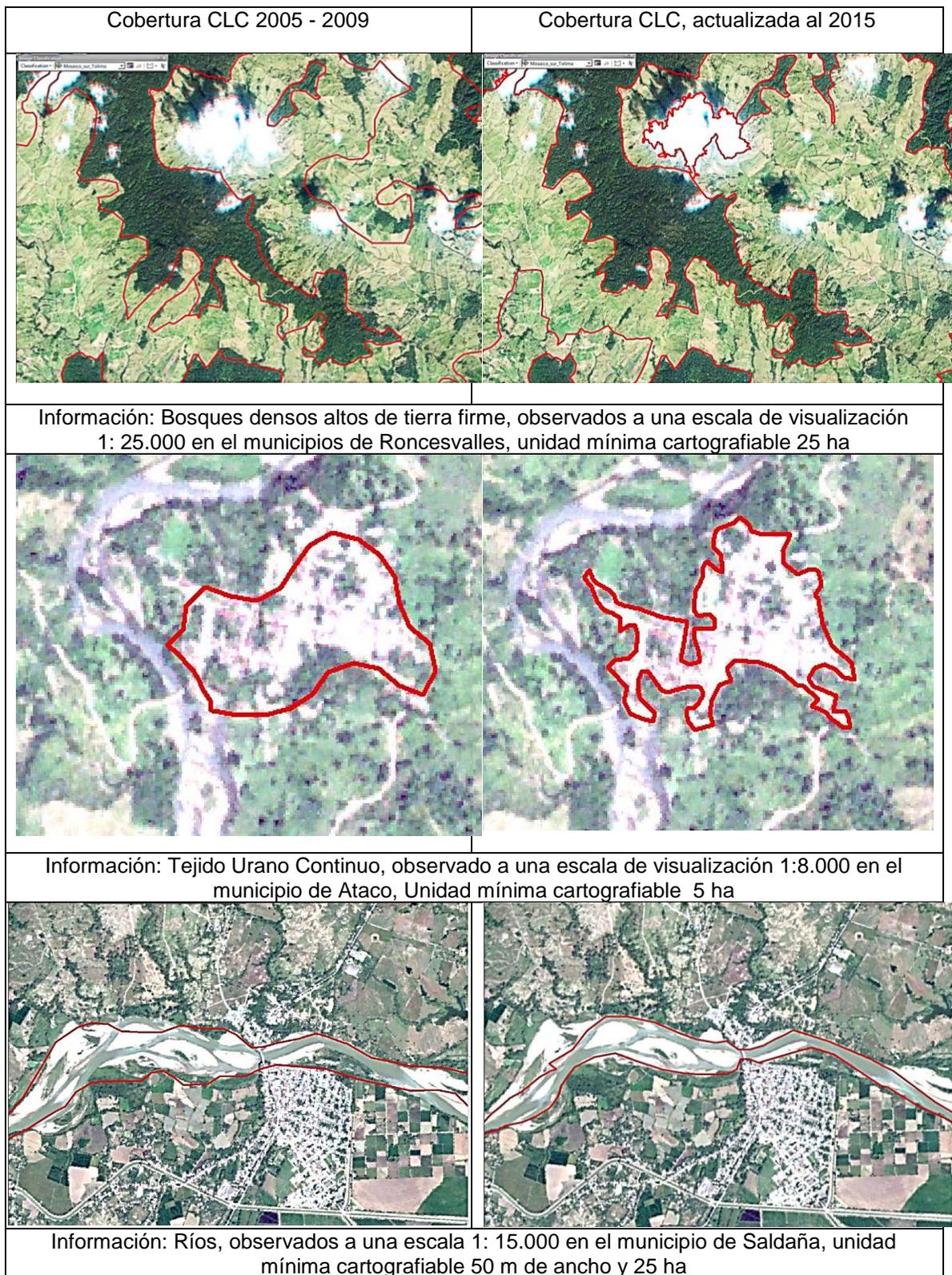


Figura 14. Reinterpretación y actualización de las unidades de cobertura existentes en la capa nacional de coberturas Corine Land Cover 2005 – 2009, para el departamento del Tolima.

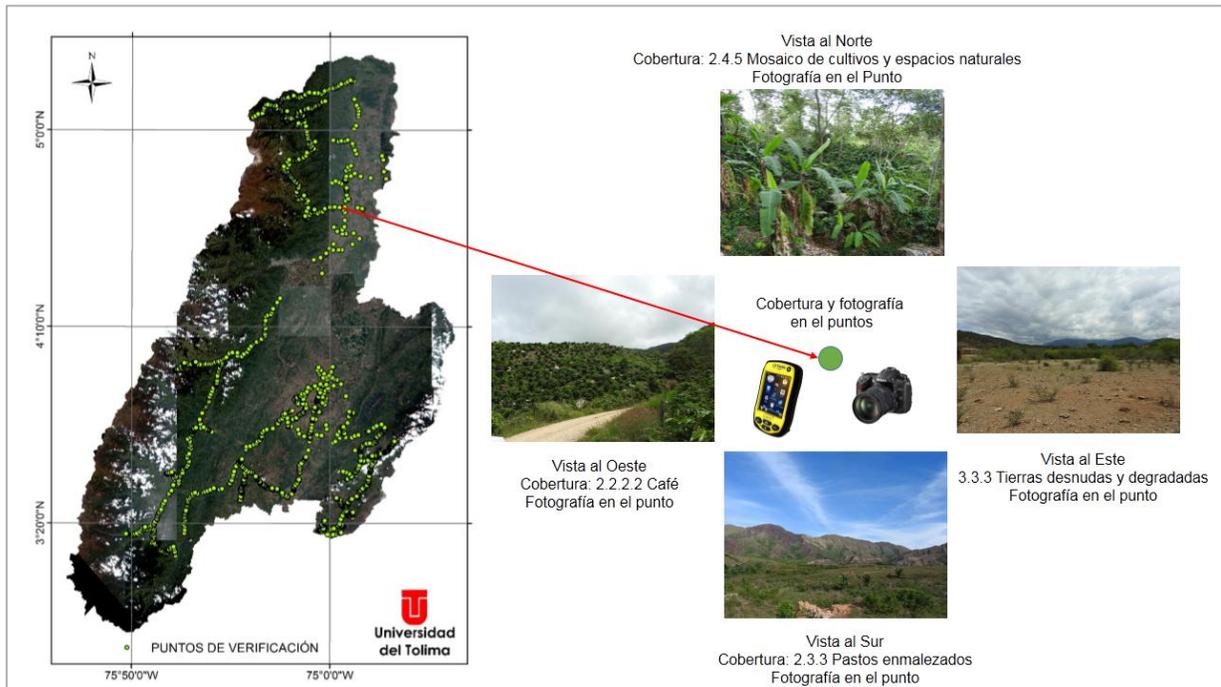


Figura 15. Puntos de verificación en campo y método de captura de información

Quinta fase: Verificación de los resultados y control de calidad. Comprende el proceso de revisión y corrección con el propósito de garantizar la calidad geométrica, temática y topológica de la base de datos para garantizar la confiabilidad y la exactitud temática, la cual según IDEAM (2012) no debe ser inferior al 85%. Para ello se consideraron los cuatro aspectos señalados por el IDEAM (2012) de conformidad semántica del archivo, conformidad temática, conformidad topológica y conformidad de empalmes.

Además para la verificación de la conformidad temática, se consideraron los criterio de Chuvieco (2008), por lo que fue necesario verificar los resultados de cualquier tipo de interpretación de imágenes satelitales, sea esta visual o digital, en aras de comprobar la validez del producto generados mediante la verificación de la información con trabajo de campo, y para este caso se consideró también la disponibilidad de imágenes de alta resolución actualizadas en los servidores gratuitos, que permiten confirma la realidad con los resultados obtenidos en la interpretación previa.

Fases para la verificación de los resultados (Congalton y Green, 1999, citado por Chuvieco, 2008, p. 482), se realizaron los siguientes procedimientos.

- i) Diseño del muestreo, señala cuantas parcelas deben muestrearse y como deben seleccionarse. De acuerdo con Chuvieco, (2008). Es necesario considera que un buen muestreo es aquel que permite extraer la mejor estimación posible de la variable objetivo con el menor tamaño de muestra posible
- ii) Colecta de datos de referencia y resultados sobre esas parcelas seleccionadas en la muestra. Esta fase incluyó la selección de las fuentes de la verdad-terreno, el procedimiento para recolectar los datos de referencia, y la extracción de los resultados del análisis previo.
- iii) Comparación de los datos de referencia y los resultados de la interpretación mediante la generación de una matriz de confusión.
- iv) Análisis de los errores encontrados, validación de la calidad del proceso, cuantificación de la fiabilidad de las coberturas. El tipo de muestreo que se implemento fue el aleatorio estratificado en 51 categorías de cobertura identificadas de acuerdo a la leyenda Nacional Corine Land Cover, se consideró también el tamaño de la sumatoria total de cada categoría. Por lo tanto se definieron 450 unidades a validar de un total de 8.374. La confrontación de las coberturas interpretadas y actualizadas se realizó a partir de la información de puntos obtenidos en campo, apoyado en imágenes de mayor resolución disponibles en Google Earth; posterior a la confrontación se realizó la Matriz de Confusión, de la que se obtuvo una fiabilidad global de 89,9%, y un intervalo de confianza de $\pm 0,13\%$
- vi): Comprende la elaboración del mapa de coberturas por lo que se consideró la tabla de colores (IDEAM, IGAC, & CORMAGDALENA, 2008) además de la elaboración del metadato se siguio los parámetros de la NTC 4611 y la guía de metadato generada por el IGAC.

3.6 FASE VI. CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS SEGÚN SU APTITUD (EVALUACIÓN DE TIERRAS)

Una vez definido los TUT para el departamento en el diagnóstico agropecuario y ganadero, se implementó la evaluación de tierras que se fundamenta conceptualmente y metodológicamente en el esquema de Evaluación de tierras de la FAO, adecuado y aplicado en Colombia por la UPRA,

La evaluación de tierras planteada por la UPRA integra tres componentes: el Físico biótico, el Socio-ecosistémico y el Socio-económico, estableciéndose diversos criterios y variables para evaluar. Según Brinkman & Young, (1976), de la FAO, Un criterio es considerado como la variable que influye en el resultado de los insumos necesarios para un tipo de uso determinado y sirve para evaluar la idoneidad de determinada área para ese mismo tipo de uso. Esta variable puede

ser una cualidad de la tierra, una característica de la tierra, o estar en función de varias características de la tierra. Es llamado también criterio de diagnóstico. Para cada criterio de diagnóstico habrá un valor crítico o un conjunto de valores críticos que se utilizan para definir los límites de clase de aptitud. El valor crítico divide todos los valores de aptitud posible de la cualidad o de las características en fracciones de aceptación o de rechazo.

En la Figura 16, se presenta los componentes y criterios que se tuvieron en cuenta para la evaluación de tierras de los diez TUT, para el departamento del Tolima a escala 1:100.000. La selección de los criterios seleccionados de cada componente dependió del TUT a evaluar.

3.6.1 Componente Físico-biótico

Este componente se fundamentó en el concepto “Tierra” Según la FAO (1976), la Tierra es considerada como “un concepto que cobija el ambiente físico, incluye el clima, el suelo y la geología subyacente, la hidrología, la población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la medida en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por parte del hombre”.

Por lo que el componente físico - biótico dentro del contexto Tierra, incluyo: 1) El subcomponentes clima, constituido por siete criterios y siete variables y 2) El subcomponente suelo, constituido por seis criterios y 16 variables. Tabla 6.

Las variables que incluyen los criterios varían de acuerdo al TUT evaluado, que hacen parte de los elementos edáficos, climáticos y de relieve que caracterizan a un territorio. Es el primer momento en la evaluación de tierras ya que las UT y el clima son punto de partida que determina la aptitud del suelo para cada TUT en función de sus características y cualidades.

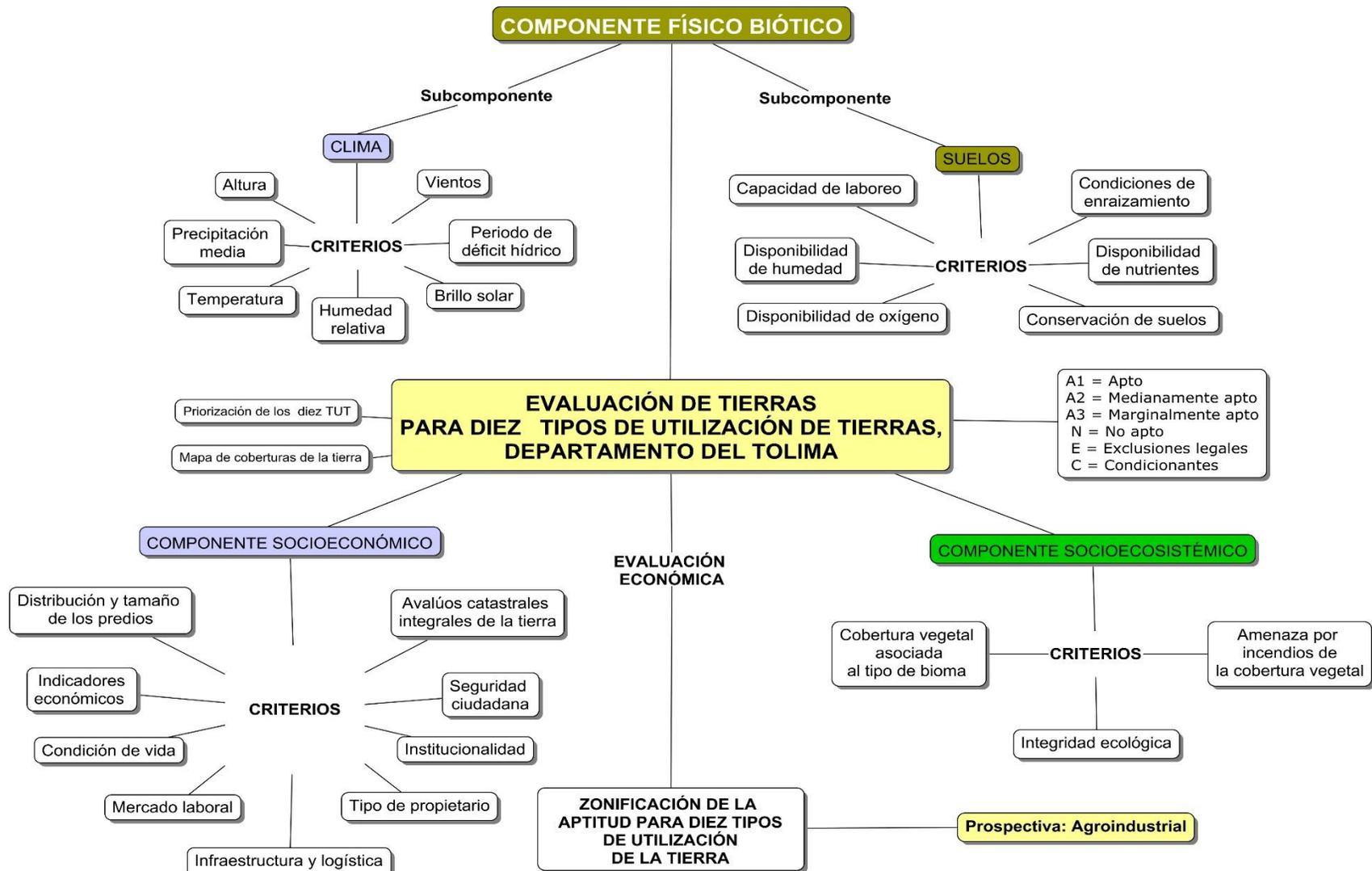


Figura 16. Componente y criterios en la evaluación de tierras para diez Tipos de Utilización de Tierras para el departamento del Tolima.

Tabla 6. Criterio y variables del componente físico biótico para la evaluación de tierras en el departamento del Tolima

Subcomponente clima		
Criterio	Variables	Fuente
Altura	Altura m.s.n.m	Modelo de elevación digital
Temperatura	Temperatura °C	
Precipitación media	Precipitación media mm	
Humedad relativa	Humedad relativa %	Estaciones hidroclimáticas (IDEAM)
Duración media del brillo solar	Duración media del brillo solar horas/día	
Vientos	Vientos (Plátano)	
Periodo de déficit hídrico	Periodo de déficit hídrico (mango y lima)	
Subcomponente Suelo		
Criterio	Variables	Fuente
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva (cm)	Estudio General de suelos y Zonificación de tierras del Departamento del Tolima (IGAC, 2004)
	Pedregosidad (%)	
	Textura	
Capacidad de laboreo	Pendiente (%)	
	Textura	
	Pedregosidad %	
Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	
	Textura	
Disponibilidad de oxígeno	Drenaje natural	
	Inundaciones calificación por clases de frecuencia.*	
Conservación de suelos	Pendiente %	
	Erosión actual	
Disponibilidad de nutrientes	Acidez pH	
	CIC (cmol/kg de suelo)	
	Materia orgánica (% C.O)	
	Saturación de bases (SB)	

Subcomponente Clima

Se entiende por clima las condiciones meteorológicas normales correspondientes a un lugar y período de tiempo determinado. El clima puede explicarse mediante descripciones estadísticas de las tendencias y la variabilidad principales de elementos pertinentes, como la temperatura, la precipitación, la presión atmosférica, la humedad y los vientos, o mediante combinaciones de

elementos, tales como tipos y fenómenos meteorológicos, que son característicos de un lugar o región, o del mundo en su conjunto, durante cualquier período de tiempo (Organización Meteorológica Mundial, 2011).

El clima representa un factor determinante en la producción, como en la calidad y rendimiento debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, este se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación, denominados elementos climáticos. Para el análisis del clima en el proceso de evaluación de tierras se ejecutó una serie de etapas:

Etapas 1: Consolidación de una base de datos climáticos

La base de datos climática se elaboró a partir de la información registrada en la red de monitoreo del IDEAM desde enero de 1970 hasta junio de 2015. Esta información correspondía a valores diarios de: temperatura (°C) y humedad relativa (%) media del aire, brillo solar total (h), velocidad media del viento ($m\ s^{-1}$), precipitación total (mm) y caudal medio ($m^3\ s^{-1}$). Para cada variable, se realizó una matriz de datos donde se identificaron inconsistencias, errores sistemáticos y datos faltantes, tal como se detalla en la fase de procesamiento.

Etapas 2: Procesamiento de la información climatológica

Una vez consolidada la base de datos se ejecutaron tres operaciones clave: Identificación y eliminación de “*outliers*”, relleno de “*gaps*” y pruebas de homogeneidad, para generar una base de datos libre de valores anómalos y de esta manera, construir series climatológicas de homogeneidad relativa (Conrad & Pollak, 1951) es decir, series que presenten una variabilidad inherente a las condiciones climáticas registradas en una estación o punto de observación determinado.

Los *outliers* se definen como valores extremos en la tendencia central de los datos y suelen ocurrir debido a errores en el proceso de transcripción-digitalización o errores puntuales en los sensores en estaciones manuales o automatizadas. Los *outliers* se identificaron visualmente desde gráficos de tendencia central o aplicación del método 3IQR (Trenberth & Paolino, 1980) . Todos los *outliers* fueron eliminados de la base de datos. El método visual se aplicó en parámetros climáticos que no presentan alta variabilidad como la temperatura del aire. Mientras que el método 3IQR se utilizó en parámetros con alta variabilidad de los datos como en el caso de la precipitación, donde los *outliers* se identificaron como valores sospechosos. En el método 3IQR los datos de cada serie mensual fueron ordenados de menor a mayor para obtener los valores en el primer (Q1) y tercer (Q3) cuartil. Luego, los valores mayores que el tercer cuartil (Q3) más tres veces el recorrido intercuartílico

(distancia entre el tercer y primer cuartil; Q3-Q1) fueron considerados *outliers* mediante la siguiente expresión:

Ecuación 1

$$D_s > Q3 + 3(Q3 - Q1)$$

Donde:

Ds = Dato sospechoso

Q1 = Valor mensual mayor que el 25% de los datos de la serie y menor que el 75% restante.

Q3 = Valor mensual mayor que el 75% de los datos de la serie pero menor que el 25% restante.

Luego, se procedió al relleno de “*gaps*”. Los *gaps* son aquellos datos faltantes o espacios vacíos en una serie de tiempo. Estos vacíos son muy comunes en una base de datos climatológica y suelen ocurrir tras la eliminación de *outliers* o debido a daños en los sensores, fallos humanos o errores sistemáticos. Los *gaps* deben rellenarse para obtener series completas necesarias en el análisis de la información. En este trabajo se utilizaron dos métodos de relleno de *gaps*: El método de correlación lineal (González, Jiménez, Quesada, & Valero, 2001) para *gaps* en datos diarios y el método de razón normal (Paulhus & Kohler, 1952) para *gaps* en datos mensuales.

El método de correlación lineal se aplicó en aquellos meses que presentaban hasta un 10% de datos diarios faltantes. Este método realiza una correlación con estaciones vecinas que utiliza únicamente muestras pareadas es decir, parejas de datos que correspondan al mismo día, mediante la siguiente expresión:

Ecuación 2

$$\Omega_{xz} = \frac{\sum X_i Z_i - \frac{(\sum X_i \sum Z_i)}{n}}{\sqrt{\left[\left(\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} \right) \left(\sum Z_i^2 - \frac{(\sum Z_i)^2}{n} \right) \right]}}$$

Donde:

Ω_{xz} , correlación entre estaciones X y Z.

Z_i , Valor registrado en la estación Z el día i.

X_i , Valor registrado en la estación X (estación vecina) el día i.

Las correlaciones por encima de 0,8 obtenidas desde la Ecuación 2 fueron seleccionadas para para estimar datos diarios y mensuales faltantes para un momento j, con base en la siguiente formula:

Ecuación 3

$$V_{zj} = \bar{Z}_i + \Omega_{xz} \frac{S_{zi}}{S_{xi}} (V_{xj} - \bar{X}_i)$$

Donde:

V_{zj} , Valor diario a estimar en la estación Z, para el día j.

\bar{Z}_i , Media mensual de la estación Z, para los días i.

S_{zi} , Desviación estándar mensual en la estación Z, para los días i.

S_{xi} , Desviación estándar mensual en la estación X, para los días i.

V_{xj} , Valor diario de la estación X, para el día j.

\bar{X}_i , Media mensual de la estación X, para los días i.

Después de aplicar las ecuaciones 2 y 3 se determinaron los valores mensuales para cada una de las variables y estaciones evaluadas, lo que genera una nueva base de datos a escala mensual. Las estaciones que presentaron hasta un dato mensual faltante se sometieron al método de Razón Normal que estima valores con dos estaciones cercanas y uniformemente espaciadas (Estación A y B) con respecto a la estación en estudio (Estación Z), se sigue la siguiente expresión:

Ecuación 4

$$V_{mzj} = \frac{1}{2} * \left(\frac{\bar{V}_{mz} V_{maj}}{\bar{V}_{ma}} + \frac{\bar{V}_{mz} V_{mbj}}{\bar{V}_{mb}} \right)$$

Donde:

V_{mzj} , Valor mensual a estimar en la estación Z, para el mes j.

V_{maj} , Valor mensual registrado en la estación A, para el mes j.

V_{mbj} , Valor mensual registrado en la estación B, para el mes j.

\bar{V}_{mz} , Promedio mensual en la estación Z.

\bar{V}_{ma} , Promedio mensual en la estación A.

\bar{V}_{mb} , Promedio mensual en la estación B.

Después de corregir errores en datos puntuales, se aplicó el test de homogeneidad Mann-Whitney-Wilcoxon (Moses, 2007), para corregir anomalías asociadas a una serie de datos. Estos errores suelen manifestarse como *saltos* (cambios drásticos en las medias) o *derivadas* (cambios progresivos). Generalmente, los *saltos* y *derivadas* se deben a irregularidades en los sensores o alteraciones en el sitio de medida. Los problemas en los sensores suelen ser daños o desajustes en la calibración y las alteraciones hacen referencia a cambios en la dinámica de la cobertura vegetal, en el uso del suelo, etc.(Guijarro, 2004).

Para corregir saltos y derivadas, primero se construyó una matriz de datos para cada variable climática y cada estación, así como se ilustra en la Figura 18. Luego, desde cada matriz se seleccionaron series climáticas completas mayores o iguales a 10 años para aplicar los test de homogeneidad. Estas pruebas se realizaron con un nivel de confianza del 95%, por lo que se consideró un valor de $z < 1,96$ como criterio para determinar la homogeneidad de la muestra (Moses, 2007). Los valores de z para cada Finalmente, las series climáticas homogenizadas fueron señaladas como la base descriptiva de las condiciones climáticas de la región.

CÓDIGO ESTACIÓN	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
21135030	0	0	11	0	0	0	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	4	12	
22045010	12	12	12	12	12	8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	12	0	9	12	12	12	
22065040	12	12	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	2	12	12	12	
21185040	12	12	12	12	7	0	3	6	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	12	0	7	11	12	12	
21135020	12	12	12	12	12	12	12	12	8	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4	5	12	12	12	12	
21185020	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12	12	12	12	
21215140	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	9	4	6	3	0	0	0	0	11	12	10	0	0	0	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
21245010	12	0	0	12	0	0	3	0	12	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	12	0	8	12	12	12
21245040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	12	12	
21255080	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	9	4	6	3	0	0	0	0	11	12	10	0	0	0	3	7	3	0	12	0	10	12	12	12	
21255150	12	12	12	12	12	12	12	12	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	9	0	8	12	12	12	
21255090	12	12	12	12	12	12	12	0	0	0	0	4	6	5	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	12	12	0	5	6	12	12	
21215100	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	12	12	12	12	12	12	

Número de meses faltantes

■ Años sin datos faltantes

Figura 17. Matriz de datos para la variable Brillo solar

Eta 3: Determinación de las variables climatológicas

Se construyó una base de datos climática en un Sistema de Información Geográfica –SIG-, con el fin de representar el comportamiento espacio temporal de cada variable en el departamento del Tolima. El SIG utilizado fue ArcGIS. El procesamiento de cada variable se determinó así:

Altitud. Los mapas de altitud se elaboraron mediante los Modelos de Elevación Digital (MED). Estos modelos representan de forma visual y matemática los valores de altura con respecto al nivel medio del mar que tiene cada punto observado. De esta manera, se pueden caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. La topografía ha sido extraída del proyecto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de la Agencia Espacial de Estados Unidos (NASA) con una resolución espacial de 3 arc-segundos (92 m aprox.).

Precipitación. Una vez referenciada la información climática en la base de datos en el SIG, con la herramienta Geostatistical Analyst se exploró la variabilidad de los datos, las tendencias globales y la auto correlación y la correlación entre los mismos con el fin de crear predicciones y calcular errores. Se realizaron interpolaciones por el método de Distancias Inversas Ponderadas –IDW- como método de interpolación determinístico - y Kriging, como método de interpolación geoestadístico con el fin de conocer la distribución espacial de las estaciones en el departamento y la correlación con las precipitaciones.

La IDW interpola los datos de una muestra dándole mayor peso a los valores que se ubican más cerca y menos a los lejanos. Una vez obtenido se utilizó el Kriging como ajuste matemático a las estaciones especificadas dentro del departamento y así determinar los valores de precipitación de salida para cada estación. Kriging es un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de la superficie de varianza. Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos. Se utiliza a menudo en la ciencia del suelo y la geología (ESRI, 2014)

Temperatura. La información fue procesada inicialmente con el método descrito en Fries et. al (2009), que parte de la relación directa entre altitud y temperatura media del aire. Esta relación está determinada por los gradientes verticales de temperatura, los cuales varían según cada región y/o zona de interés (Pabón, Eslava, & Gómez, 2001) y se define como:

Ecuación 5

$$T_{(x,y)} = T_{Det} + (\gamma * (A^{DEM}_{(x,y)} - A_{Det}))$$

Donde:

$T_{(x,y)}$, Temperatura media del aire (°C) en la posición de grilla (x,y).

T_{Det} , Temperatura media del aire (°C) a nivel base A_{Det} .

γ , Pendiente (Gradiente vertical de temperatura)

$A^{DEM}_{(x,y)}$, Altitud del MED en la posición de grilla (x,y).

A_{Det} , Altitud de referencia base (200 metros).

Para el cálculo de T_{Det} , se emplea la siguiente expresión:

Ecuación 6

$$T_{Det} = T - (\gamma * (A_{Det} - A_{Estación}))$$

Donde:

T , Temperatura media del aire.

$A_{Estación}$, Altitud de la estación climática.

Humedad Relativa. Debido a la escasa información psicrométrica en la red de monitoreo, los valores de humedad relativa media mensual multianual se estimaron a partir de datos de temperatura mínima y máxima con la metodología expuesta en Allen, Pereira, Raes, & Smith (1998), por lo que se calculó variables como la tensión de saturación de vapor (e_o) y la tensión de vapor actual (e_a). En este trabajo, se asumió la temperatura mínima como la temperatura de punto de rocío, entendiéndose como la temperatura a la cual el aire necesita ser enfriado para saturarse:

Ecuación 7

$$HR = \frac{HR_{max} + HR_{min}}{2}$$

Donde

HR_{max}, Humedad relativa máxima diaria (%)

HR_{min}, Humedad relativa mínima diaria (%)

Cuando no se disponían datos de HR_{max} se asumió un valor de 100% y en caso de registros de HR_{min} no disponibles se aplicó la siguiente ecuación (Allen et al., 1998):

Ecuación 8

$$100 * \frac{e_a}{e_{Tmax}^0}$$

Donde

ea, presión de vapor real (kPa)

e^o(T_{max}), presión de saturación de vapor a la temperatura máxima del aire (kPa).

Brillo Solar. Primero, se georreferenciaron los datos disponibles de horas luz. Luego, los datos faltantes se calcularon a partir de la relación entre temperatura media y horas luz, con la metodología desarrollada por (Abdel-Wahed & Snyder, 2008). A partir del comportamiento temperatura media – horas luz se construyeron modelos mensuales de regresión lineal para el departamento de Tolima. Al igual que la variable temperatura, la interpolación del brillo solar se realizó con la metodología (Fries et. al., 2009).

Evapotranspiración de Referencia. En este trabajo se implementó el método FAO-Penman Monteith descrito en (Allen et al., 1998) para calcular la Evapotranspiración de Referencia (ET₀) en mm día⁻¹ mediante la siguiente expresión:

Ecuación 9

$$\frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34u_2)}$$

Donde:

R_n, Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² day⁻¹)

G, Flujo de calor latente (MJ m⁻² day⁻¹)

T, Temperatura media diaria a una altura de 2 m (°C)

u₂, Velocidad del viento a una altura de 2 m (m s⁻¹)

e_s, Presión de vapor a saturación (kPa)

e_a, Presión de vapor real (kPa)

e_s - e_a, Deficit de presión de vapor (kPa),

Δ , Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹)

γ , Constante psicométrica (kPa °C⁻¹)

Balance Hídrico Atmosférico. Una vez obtenidos los datos medios mensuales multianuales de precipitación y ETo, se empleó la ecuación simplificada documentada en la guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur (UNESCO, 1982). Para esto, se implementa Sistemas de Información Geográfica (SIG) los cuales permiten georreferenciar la información disponible y construir escenarios de comportamiento, disponibilidad y distribución del recurso hídrico sobre la región.

El Balance Hídrico Atmosférico (BHA) se calculó a partir de la diferencia entre la precipitación y la ETo de acuerdo a:

Ecuación 10

$$BHA = \sum_{i=1}^n P - \sum_{i=1}^n ET_0$$

Donde:

P, precipitación (mm día⁻¹)

i, mes evaluado.

Los valores de BHA fueron sumados según los meses de duración para cada TUT. Tabla 7 y de esta manera calcular el BHA de cada TUT (BHA_{TUT}).

Tabla 7. Periodo de duración para cada TUT

Tipo de uso de la tierra	Duración
Algodón	Febrero – Julio
Arroz	Enero – Junio Julio – Noviembre
Maíz	Enero – Junio Julio – Noviembre
Frijol	Marzo – Julio Octubre - Febrero
Plátano	Todo el Año
Café	Todo el Año
Cacao	Todo el Año
Lima	Todo el Año
Aguacate	Todo el Año
Mango	Todo el Año
Pastos	Todo el Año

Fuente: Entrevistas agricultores de la zona.

Balance Hídrico del Suelo. –BHS- fue necesario conocer la oferta hídrica neta en términos ambientales (BHA) y luego relacionar la condiciones de almacenamiento hídrico del suelo. Estas condiciones dependen de la capacidad de retención de humedad del suelo (C_{rh}), los cual se estableció para el departamento del Tolima como se presenta a continuación:

Ecuación 11

$$C_{rh} = (\theta_{FC} - \theta_{WP}) * 1000$$

Donde:

θ_{FC} , contenido de humedad a capacidad de campo ($m^3 m^{-3}$)

θ_{WP} , contenido de humedad a punto de marchitez ($m^3 m^{-3}$)

Luego, C_{rh} se expresó en términos de altura de agua disponible o cantidad de agua que finalmente puede ser utilizada por las plantas o PAW (Plant Available Water) para cada TUT mediante (Pereira, de Juan, Picornell, & Tarjuelo, 2010).

Ecuación 12

$$PAW_{TUT} = C_{rh} ZR_{TUT}$$

Donde,

ZR_{TUT} , zona radicular del TUT (m)

La altura radicular para cada TUT (ZR_{TUT}) depende de la capacidad del cultivo para profundizar la raíz en el suelo. Esta capacidad está determinada por la compactación y erosión del suelo y también, por las características genotípicas del material vegetal utilizado. En este trabajo se aplicaron valores generales de la zona, los cuales se indagaron a partir de entrevistas y registros empíricos en algunas fincas como se presenta en la Tabla 8. Por lo tanto, es necesario aclarar que ZR_{TUT} debe medirse en cada zona evaluada para disminuir el error en el cálculo de PAW_{TUT} .

Tabla 8. Profundidad radicular para cada TUT

Tipo de usos de la tierra (TUT)	ZR_{TUT} (m)
Mango	1
Lima	1
Algodón	0.15
Arroz	0.15

Tipo de usos de la tierra (TUT)	ZR_{TUT} (m)
Maíz	0.15
Frijol	0.20
Cacao	0.75
Aguacate Hass	0.75
Aguacate Lorena	0.50
Café	1.30
Plátano	0.80
Pastos trópico alto	0.02
Pastos trópico bajo	0.15

Fuente: Entrevistas agricultores de la zona.

De esta manera, el BHS en cada TUT (BHS_{TUT}) se calculó a través de: Ecuación 13

$$BHS_{TUT} = BHA_{TUT} + PAW_{TUT}$$

Los resultados de la ecuación 13 se utilizaron para determinar los niveles de aptitud según los periodos de déficit hídrico establecidos para cada TUT.

Estas operaciones se llevaron a cabo en ArcGIS y se determinaron las zonas con mayor déficit y exceso de humedad para cada TUT.

Cuando la precipitación supera la ET_0 se generan contenidos de humedad que exceden los niveles de capacidad de campo del suelo. Estos excesos hídricos pueden ser drenados a través del perfil o aumentan los niveles de escorrentía o encharcamiento. En caso contrario, cuando la ET_0 supera los niveles de precipitación, los contenidos de humedad en el suelo disminuyen y alcanzan el punto de marchitez. Por tanto, es necesario conocer en cada TUT el balance resultante entre las condiciones de humedad del suelo y la demanda evaporativa de la atmósfera.

Existe otra forma de testar la aptitud biofísica de una zona en términos de oferta hídrica. Es decir, si la zona ofrece los requerimientos hídricos del TUT. En este trabajo también se evaluó esta aptitud como la diferencia entre la precipitación media dentro del periodo de establecimiento del TUT (P_{TUT}) y la evapotranspiración del cultivo ET_c . Para cada TUT, la ET_c se calculó mediante la metodología descrita por Allen et al., (1998) y los valores de K_c para cada TUT se obtuvieron de (IGAC, 2007).

Etapa 4: Clasificación Climática

Clasificación de Köppen.

En este trabajo se aplicó la metodología de clasificación climática de Köppen (Köppen, 1900), modificadas y referidas recientemente en (Kottek, Grieser, Beck, Rudolf, & Rubel, 2006) y Peel et al. (2007). Esta metodología de más de un siglo de antigüedad es la más utilizada para la clasificación climática y se ha aplicado en estudios meteorológicos, bioclimatológicos y agroclimáticos (Ometto, 1981; Pereira et al., 2002).

En la metodología de Köppen los criterios principales de clasificación son representados por dos o tres caracteres según sea el caso. El primer carácter indica la zona climática y está definida por la temperatura y la precipitación, el segundo, considera la distribución de las lluvias, y el tercero, la variación estacional de la temperatura (Alcarde, 2014). Las variaciones estacionales están dadas para verano en el hemisferio norte por los seis meses más cálidos (Abril a Septiembre) y los seis meses más frescos (Octubre a Marzo). Para el hemisferio sur se considera opuestos los criterios de clasificación (Peel, Finlayson, & McMahon, 2007)

El umbral precipitación dado como criterio de clasificación en la Tabla 9, corresponde a:

Ecuación 14

$$P_{Umbral} = (2 * Ta) + FactorB$$

Donde:

Ta, Temperatura media anual (°C)

Factor B, Si el 70% o más de precipitación anual cae en verano = 28

Si entre el 30-70% de Pa cae en verano = 14

Si menos del 30% de Pa cae en verano = 0

Tabla 9. Clasificación de Köppen

Grupo	Condición grupo	Subgrupo	Condición subgrupo
A: Tropical	Todos los valores $T_f \geq 18^\circ\text{C}$	f: Ecuatorial	$P_{ms} \geq 60 \text{ mm}$
		m: Monzónico	$P_{ms} < 60 \text{ mm}$ y $P_a \geq 25$ (100 - P_{ms})

Grupo	Condición grupo	Subgrupo	Condición subgrupo
		s: Sabana con invierno seco	$P_{ms} < 60 \text{ mm}$ y $P_a < 25$ (100 - Pmsv)
		w: Sabana con verano seco	$P_{ms} < 60 \text{ mm}$ y $P_a < 25$ (100 - Pmsi)
B: Seco	$5 * P_{umbral} \leq P_a \leq 10 * P_{umbral}$	sh: Estepario cálido	$T_a \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$
		sk: Estepario frío	$T_a < 18 \text{ }^\circ\text{C}$
	$P_a < 5 * P_{umbral}$	wh: Desértico cálido	$T_a \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$
		wh: Desértico frío	$T_a < 18 \text{ }^\circ\text{C}$
C: Húmedo Subtropical	$P_{ms} > 40 \text{ mm}$	Cfa: Oceánico sin estaciones secas con verano cálido	$-3^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c \geq 22^\circ\text{C}$.
		Cfb: Oceánico sin estaciones secas con verano templado	$-3^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c < 22^\circ\text{C}$. y $T_{M10} \geq 4$
		Cfc: Oceánico sin estaciones secas con verano corto y fresco	$-38^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c < 22^\circ\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
	$P_{ms} < 40 \text{ mm}$ $P_{mhv} \geq 10 * P_{msi}$	Cwa: Con invierno seco y verano cálido	$-3^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c \geq 22^\circ\text{C}$.
		Cwb: Con invierno seco y verano templado	$-3^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c < 22^\circ\text{C}$. y $T_{M10} \geq 4$
		Cwc: Con invierno seco y verano corto y fresco	$-38^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c < 22^\circ\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
	$P_{ms} < 40 \text{ mm}$ $P_{mhi} \geq 3 * P_{msv}$ $P_{mhv} < 10 * P_{msi}$	Csa: Con verano seco y cálido	$-3^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c \geq 22^\circ\text{C}$.
		Csb: Con verano seco y templado	$-3^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c < 22^\circ\text{C}$. y $T_{M10} \geq 4$
		Csc: Con verano seco, corto y fresco	$-38^\circ\text{C} \leq T_f < 18^\circ\text{C}$ y $T_c < 22^\circ\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
	D: Templado Continental	$P_{ms} > 40 \text{ mm}$	Dfa: Sin estación seca con verano cálido
Dfb: Sin estación seca con verano templado			$-38^\circ\text{C} \leq T_f < -3^\circ\text{C}$ y $T_c < 22^\circ\text{C}$. y $T_{M10} \geq 4$

Grupo	Condición grupo	Subgrupo	Condición subgrupo
		Dfc: Sin estación seca con verano corto y fresco	$-38^{\circ}\text{C} \leq T_f < -3^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
		Dfd: Sin estación seca con invierno muy frío	$T_f < -38^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
	Pms < 40 mm Pm hv ≥ 10*Pmsi	Dwa: Con invierno seco y verano cálido	$-38^{\circ}\text{C} \leq T_f < -3^{\circ}\text{C}$ y $T_c \geq 22^{\circ}\text{C}$.
		Dwb: Con invierno seco y verano templado	$-38^{\circ}\text{C} \leq T_f < -3^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} \geq 4$
		Dwc: Con invierno seco y verano corto y fresco	$-38^{\circ}\text{C} \leq T_f < -3^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
		Dwd: Con invierno seco y muy frío	$T_f < -38^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
	Pms < 40 mm Pm hi ≥ 3*Pmsv	Dsa: Con verano seco y cálido	$-38^{\circ}\text{C} \leq T_f < -3^{\circ}\text{C}$ y $T_c \geq 22^{\circ}\text{C}$.
	Pm hv < 10*Pmsi	Dsb: Con verano seco y templado	$-38^{\circ}\text{C} \leq T_f < -3^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} \geq 4$
		Dsc: Con verano seco, corto y fresco	$-38^{\circ}\text{C} \leq T_f < -3^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
		Dsd: Con verano seco e invierno muy frío	$T_f < -38^{\circ}\text{C}$ y $T_c < 22^{\circ}\text{C}$. y $T_{M10} < 4$
E: Polar		Et: Polar Tundra	$0^{\circ}\text{C} \leq T_c < 10^{\circ}\text{C}$
		Ef: Polar Helado	$T_c < 0^{\circ}\text{C}$

Tf= Temperatura del mes más frío, Tc= Temperatura del mes más cálido, Ta= Temperatura media anual, Pm= Precipitación mensual, Pa= Precipitación anual, Pms= Precipitación del mes más seco, Pmsv= Precipitación del mes más seco de verano, Pmsi= Precipitación del mes más seco de invierno, Pmhv= Precipitación del mes más húmedo en verano, Pmhi= Precipitación del mes más húmedo en invierno, T_{M10} = Número de meses con temperatura sobre 10°C , P_{umbral} = Varía de acuerdo a la Ecuación 14.

Clasificación por Pisos Térmicos

Si se tiene en cuenta que la clasificación de Köppen no contempla la condición altitudinal, en este estudio se determinaron los pisos térmicos identificados para la zona intertropical y de esta manera, complementar la clasificación climática del Tolima. El criterio de clasificación para los pisos térmicos

no ha presentado mayores variaciones desde lo establecido por Humboldt y Bonpland desde hace más de dos centenarios. Las condiciones para cada piso térmico se relacionan en la Tabla 10.

Tabla 10. Clasificación de pisos térmicos

Piso	Altura sobre el nivel del mar (m) *	Temperatura media aproximada (°C)
Macrotérmico (Cálido)	≤ 1000	24 – 28
Subtropical	> 1000 & ≤ 1800	18 – 24
Mesotérmico (Templado)	> 1800 & ≤ 2500	15 - -18
Microtérmico (Frío)	> 2500 & ≤ 3400	8 – 14
Páramo	> 3400 & ≤ 4800	0 – 8
Gélido*	> 4800	< 0

*, Los rangos de altitud para las vertientes de solana y umbría se establecen como parte de los resultados de este estudio.

Clasificación de Caldas – Lang.

Este criterio de clasificación se desarrolló a manera de complemento al método Köppen por lo que se consideró la distribución de las lluvias y la temperatura. Esta clasificación es el resultado de la unión de las clasificaciones de Francisco José de Caldas en 1802. Tabla 11 y Richard Lang en 1915. Tabla 12.

Tabla 11. Rangos de la clasificación climática de Caldas

Piso térmico	Símbolo	Rango de altura (m)	Temperatura (°C)	Variación de la altitud por condiciones locales (m)
Cálido	C	≤ 1000	T ≥ 24	Límite Superior ± 400
Templado	T	> 1000 & ≤ 2000	24 > T ≥ 17.5	Límite Superior ± 500
Frío	F	> 2000 & ≤ 3000	17.5 > T ≥ 12	Límite Superior ± 400
Páramo Bajo	Pb	> 3000 & ≤ 3700	12 > T ≥ 7	
Páramo Alto	Pa	> 3700	T < 7	

Tabla 12. Rangos de la clasificación climática de Lang

Factor de Lang (Precipitación/Temperatura)	Clase de clima	Símbolo
≥ 20	Desértico	D
20 > (P/T) ≥ 40	Árido	A
40 > (P/T) ≥ 60	Semiárido	sa
60 > (P/T) ≥ 100	Semihúmedo	sh
100 > (P/T) ≥ 160	Húmedo	H
> 160	Superhúmedo	SH

Clasificación de Schaufelberguer

Finalmente, Schaufelberguer en 1962 desarrollo una clasificación que considera la elevación de la zona, la temperatura media anual y la precipitación total anual por lo que se obtuvo cerca de 30 tipos de clima descritos en la Tabla 13. (Schaufelberger, 1962).

Tabla 13. Rangos de la clasificación climática Caldas – Lang

Tipo climático	Símbolo
Cálido superhúmedo	CSH
Cálido húmedo	CH
Cálido semihúmedo	Csh
Cálido semiárido	Csa
Cálido árido	CA
Cálido desértico	CD
Templado superhúmedo	TSH
Templado húmedo	TH
Templado semihúmedo	Tsh
Templado semiárido	Tsa
Templado árido	TA
Templado desértico	TD
Frío Superhúmedo	FSH
Frío húmedo	FH
Frío semihúmedo	Fsh
Frío semiárido	Fsa
Frío árido	FA
Frío desértico	FD
Páramo bajo superhúmedo	PbSH
Páramo bajo húmedo	PbH
Páramo bajo semihúmedo	PBsh
Páramo bajo semiárido	Pbsa
Páramo bajo árido	PbA
Páramo bajo desértico	PbD
Páramo alto superhúmedo	PaSH
Páramo alto húmedo	PaH
Páramo alto semihúmedo	Pash
Páramo alto semiárido	Pasa
Páramo alto árido	PaA
Páramo alto desértico	PaD
Nieves perpetuas	NP

Fuente: (Schaufelberger, 1962)

Subcomponente Suelo.

Baver, Gardner, Gardner, & y Rodríguez, (1973). Define el suelo como un sistema complejo. Un volumen determinado de suelo está compuesto de materia sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida puede ser mineral u orgánica. La porción mineral consiste en partículas de varios tamaños, formas y composiciones químicas. La fracción orgánica incluye residuos en diferentes etapas de descomposición y organismo en estado de vida activa. La fase líquida es el agua del suelo, que llena

una parte o la totalidad de los espacios vacíos entre las partículas y que varía en su composición química y en la libertad con que se mueve. La fase gaseosa o de vapor ocupa aquella parte del espacio de poros entre las partículas del suelo que no está llena de agua: su composición puede variar en intervalos de tiempo cortos. Las interrelaciones físicas y químicas entre las fases sólida, líquida y gaseosa no solo están afectadas por sus respectivas propiedades, sino también por la temperatura, la presión y la luz.

La Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984) establece dos definiciones para el término suelo: desde el punto de vista agrícola lo define como el material no consolidado en la superficie de la tierra que sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas terrestres, y desde el punto de vista pedológico lo define como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales donde el material parental, clima, macro y microorganismos y topografía que han actuado durante un lapso de tiempo. Para el departamento del Tolima las unidades de suelo se evaluaron a partir del Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Tolima (IGAC, 2004). De acuerdo a la clasificación del paisaje los suelos del departamento del Tolima se clasificaron en:

Suelos de paisaje de montaña en clima nival y subnival pluvial. Áreas cubiertas de nieve localizadas a más de 4200 m.s.n.m, con precipitaciones promedio anual de 500 y 1000 mm y temperaturas inferiores a 4°C, está determinado por esta cubierta de nieve y afloración de arenas y roca.

Suelos de paisaje de montaña en clima extremadamente frío húmedo y muy húmedo. Áreas localizadas entre los 3600 y 4200 m.s.n.m, con precipitación promedio anual de 1300 y 1600 mm y temperaturas entre 4° y 8°C, corresponde a campos de lava y campos morrénicos formados por depósitos piroclásticos no consolidados, sobre rocas volcánicas intermedia afaníticas. La vegetación natural está constituida por frailejones, gramíneas, musgos, líquenes y arbustos que permite la retención de grandes volúmenes de agua que retiene y controla a través de las cuencas hidrográficas.

Suelos de paisaje de montaña en clima muy frío muy húmedo (paramo bajo). Áreas localizadas entre los 3000 y 3700 m.s.n.m, con precipitación promedio anual de 1300 y 2300 mm y temperaturas entre 6° y 12°C, corresponden a la zona de vida de bosque páramo subandino. Región de importancia ecosistémica ya que allí se encuentran las principales zonas hidrográficas del departamento, la vegetación natural ha sido deteriorada para ser utilizadas en actividades agropecuarias.

Suelos de paisaje de montaña en clima frío húmedo y muy húmedo. Áreas localizadas entre los 2000 y 3000 m.s.n.m, con precipitación promedio anual de

2000 y 2800 mm y temperaturas entre 12° y 18°C, zona principalmente dedicada a la ganadería y en algunos sectores a la agricultura de subsistencia, en algunos sectores de este paisaje se encuentran áreas con pendientes mayores al 25%.

Suelos de paisaje de montaña en clima medio húmedo y muy húmedo. Áreas localizadas entre los 2000 y 2900 m.s.n.m, con precipitación promedio anual de 2000 y 2900 mm y temperaturas entre 18° y 24°C, zona densamente poblada y una de las zonas más explotadas en actividades agrícolas del departamento especialmente en los cultivos de café, cacao, plátano, yuca y frutales.

Suelos de paisaje de montaña en clima medio y seco. Áreas localizadas entre los 1000 y 2000 m.s.n.m, con precipitación promedio anual de 500 y 1000 mm y temperaturas entre 4° y 8°C, corresponde a las zonas donde la mayor parte del año se presenta deficiencia de agua para los cultivos los cuales se realiza esta actividad si se dispone de riego por lo que se puede encontrar en esta área los distritos de riego.

Suelos de paisaje de montaña en clima cálido húmedo. Áreas localizadas en altitudes inferiores a 1000 m.s.n.m, con precipitación promedio anual de 2000 mm y temperaturas mayores de 24°. Uno de los limitantes de este paisaje está dado por las pendientes fuertes, la erosión y la profundidad efectiva, la vegetación natural ha sido reemplazada por pastos y rastrojos para la actividad ganadera.

Suelos de paisaje de montaña en clima cálido seco. Áreas localizadas en alturas inferiores a 1000 m.s.n.m, con precipitación anual de 700 y 2000 mm y temperaturas promedio mayores de 24°C. Se encuentra vegetación de bosque seco pero cobertura que ha sido destruida y reemplazada por rastrojo debido a que son áreas secas con pendientes fuertes.

Suelos de paisaje de lomerío en clima cálido. Áreas localizadas entre los 200 y 700 m.s.n.m, con precipitación anual de 700 a 1500 mm y temperaturas mayores de 24°C. Zona poco apta para la actividad agrícola ya que está limitada por las bajas precipitaciones, alta evapotranspiración, poca profundidad efectiva, fuertes pendientes, alta erosión, por lo cual es utilizada para la actividad ganadera.

Suelos del paisaje piedemonte en clima cálido. Corresponde a la planicie aluvial distribuidos al pie de los relieves montañosos y lomerío de la cordillera central y oriental a ambos lados o márgenes del río Magdalena. En general este tipo de paisaje sus tierras son utilizadas para ganadería extensiva.

Suelos del paisaje de valle en clima cálido seco. Áreas localizadas en alturas menores de los 700 m.s.n.m, con precipitación anual de 700 a 1500 mm y temperaturas superiores a los 24°C, algunas unidades de este tipo de paisaje es

utilizada para la ganadería extensiva y semi intensiva, también para el cultivo de algodón, arroz con riego, sorgo y maíz.

3.6.2 Componente Socioeconómico

Este componente es complejo y dinámico ya que está determinado por las relaciones del agricultor con la tierra dado por el predio con el TUT agropecuario en el que trabaja, se incluye para evaluar la aptitud, nueve criterios y 21 variables. Tabla 14.

Tabla 14. Criterios y variables socioeconómicas para la evaluación de tierras en el departamento del Tolima

Criterio	Variabes	Fuente
Indicadores económicos municipales	Producto Interno Bruto –PIB. per cápita	DNP (2016)
	Indicador de desempeño integral	
Mercado laboral.	Población municipal edades de 15-64 años	DANE (2005)
	Tasa analfabetismo mayores de 15 años (2005) en %	
Distribución y tamaño de predios	Rangos de propiedad	IGAC & UNIANDES (2012)
Avalúos catastrales integrales de tierras rurales	Clasificación de avalúos catastrales	IGAC (2014); UPRA(2014)
Seguridad ciudadana	Número de acciones armadas	IGAC (2014); UPRA(2014)
	Número total de homicidios	
	Desplazamiento 2005-2009	
	Desplazamiento 2010-2014	
	Desempeño Fiscal	
	Interconexión eléctrica	
Institucionalidad	Entidades bancarias	IGAC (2014); UPRA(2014)
	Presencia del SENA	
	Presencia de Corpoica	
	Presencia de ICA	
Condiciones de vida	Índice de Necesidades Básicas rural	IGAC (2014); UPRA(2014)
	Índice de condiciones de vida	
	Índice de pobreza Multidimensional	
Tipo de propietario	Clasificación tipo de propiedad	IGAC & UNIANDES (2012)
Infraestructura y logística	Isocronas	IGAC (2014); UPRA(2014)

Este subcomponente expresa la potencialidad que posee un municipio, para cumplir con condiciones que favorecen el desarrollo sostenido del TUT con fines comerciales, y como se proyectan en el tiempo para el mejoramiento de las condiciones de vida y el bienestar de los habitantes vinculados a la cadena productiva del TUT.

En la Figura 19, se presenta los criterios seleccionados. Su definición dependió de la disponibilidad de información municipal, y de la posibilidad de representarla geográficamente. La definición de las aptitudes se presentan para cada criterio en forma general, pero estas fueron analizadas para cada uno de los diez TUT priorizados para el departamento.

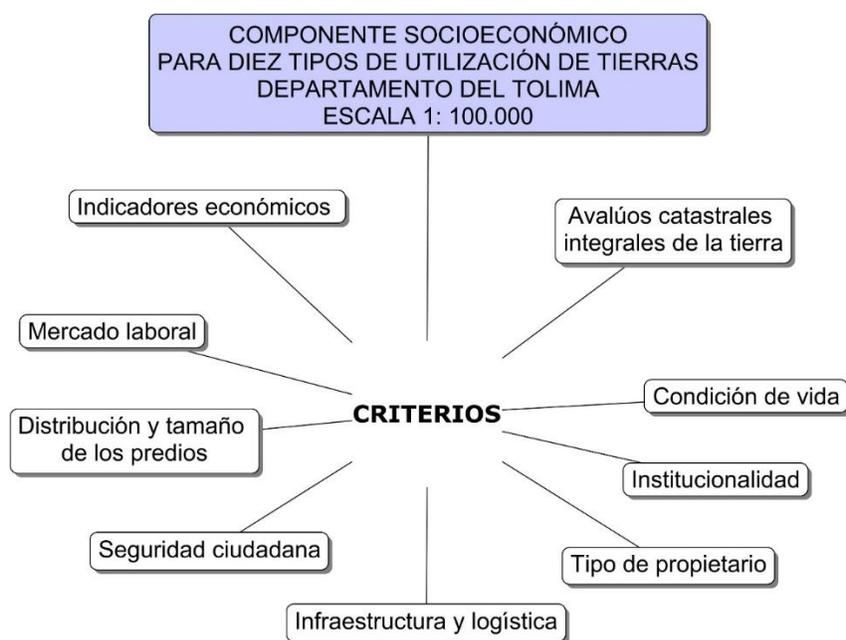


Figura 18. Criterios componente socioeconómico

Indicadores económicos municipales

Uno de los grandes problemas que se encuentra para espacializar los indicadores económicos es debido a que los estudios económicos son realizados a nivel departamental y poco a nivel municipal, por lo que en proyecto se consideró utilizar dos indicadores el Producto Interno Bruto –PIB. Per cápita y el indicador de integral como reflejo del nivel de calidad de vida de la población. Tabla 15.

Por una parte el PIB per cápita indica el nivel de riqueza del municipio por habitante, a mayor valor, mejores condiciones de vida para la población. Mientras que el indicador de desempeño integral permite visualizar la capacidad de las unidades territoriales para disponer eficientemente de los recursos con los que

cuenta y dar cuenta de su gestión administrativa para generar bienestar y riqueza de los habitantes, a través del cumplimiento de los planes de desarrollo, gestión administrativa y financiera eficiente.

El indicador de desempeño integral se midió por medio de las variables eficacia, eficiencia, requisitos legales y gestión administrativa, lo que permite la comparación entre municipios. Vale la pena mencionar que estos indicadores se correlacionan con indicadores sociales como niveles de pobreza monetaria y concentración de la riqueza (Gini), para obtener una mejor idea de la calidad de vida de las comunidades.

Tabla 15. Aptitud para los Indicadores económicos municipales del departamento del Tolima

Municipio	Indicador desempeño integral 2014	Posición departamental	APTITUD	PIB per cápita municipal	APTITUD	Indicador económico
Alpujarra	80,29	5	A1	1.861.078	A3	A3
Alvarado	78,38	10	A1	3.367.854	A1	A1
Ambalema	67,07	33	A3	2.500.260	A1	A1
Anzoátegui	54,56	42	A3	1.310.700	A3	A2
Armero (Guayabal)	78,52	9	A1	2.159.080	A2	A1
Ataco	48,61	47	A3	1.725.890	A3	A3
Cajamarca	73,47	21	A2	2.757.552	A1	A1
Carmen de Apicalá	83,48	1	A1	2.076.147	A2	A1
Casabianca	76,92	16	A2	1.870.547	A3	A3
Chaparral	79,03	8	A1	3.113.028	A1	A2
Coello	77,16	13	A1	2.249.503	A2	A1
Coyaima	76,43	17	A2	1.103.487	A3	A1
Cunday	65,89	37	A3	1.968.721	A3	A2
Dolores	75,04	19	A2	2.279.170	A2	A2
Espinal	67,24	32	A3	3.265.248	A1	A2
Falán	72,31	22	A2	2.186.120	A2	A1
Flandes	76,92	15	A2	2.028.407	A2	A1
Fresno	71,14	24	A2	2.990.816	A1	A3
Guamo	66,08	36	A3	2.330.964	A2	A1
Herveo	77,61	12	A1	2.358.934	A2	A1
Honda	68,47	28	A3	2.046.166	A2	A2
Ibagué	80,11	6	A1	3.086.666	A1	A1
Icononzo	68,79	27	A3	1.806.353	A3	A3
Lérida	74,43	20	A2	2.506.264	A1	A3
Libano	76,42	18	A2	2.599.736	A1	A2
Mariquita	63,92	40	A3	2.609.296	A1	A2

Municipio	Indicador desempeño integral 2014	Posición departamental	APTITUD	PIB per cápita municipal	APTITUD	Indicador económico
Melgar	81,38	3	A1	2.679.660	A1	A1
Murillo	64,38	39	A3	2.124.272	A2	A2
Natagaima	81,91	2	A1	1.518.067	A3	A2
Ortega	65,14	38	A3	1.886.647	A3	A2
Palocabildo	80,57	4	A1	2.210.451	A2	A2
Piedras	53,71	44	A3	2.525.279	A1	A3
Planadas	66,62	34	A3	1.833.308	A3	A2
Prado	77,15	14	A1	3.452.151	A1	A1
Purificación	54,45	43	A3	2.325.386	A2	A2
Rioblanco	79,6	7	A1	1.730.406	A3	A1
Roncesvalles	69,34	26	A3	2.385.482	A2	A1
Rovira	70,89	25	A2	1.931.668	A3	A1
Saldaña	67,56	31	A3	2.255.214	A2	A2
San Antonio	78,14	11	A1	2.092.745	A2	A2
San Luis	66,27	35	A3	1.204.033	A3	A2
Santa Isabel	68,39	29	A3	2.752.609	A1	A1
Suarez	68,2	30	A3	1.735.630	A3	A2
Valle De S Juan	72,22	23	A2	2.005.972	A2	A1
Venadillo	59,79	41	A3	2.388.818	A2	A2
Villahermosa	53,37	45	A3	2.084.986	A2	A2
Villarrica	53,27	46	A3	2.184.477	A2	A2

Según DNP (2014), el desempeño integral busca el fortalecimiento de las entidades territoriales (municipios), ya que son los municipios quien tiene cercanía con la comunidad en la prestación de los servicios públicos, la construcción de las obras que demande el progreso local, la ordenación del desarrollo de su territorio, la promoción de la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de los habitantes. Es por eso que los Alcaldes deben plasmar a través de sus planes de desarrollo aquellos lineamientos que promuevan el desarrollo y bienestar.

Desde esta perspectiva y en cumplimiento de las Leyes 617 de 2000 y 715 de 2001, el departamento Nacional de Planeación, a través de la Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible desarrolló e implementó una metodología para la medición y análisis del desempeño integral de los municipios compuestos por cuatro temáticas que recogen las principales variables de la gestión pública territorial, que luego fueron evaluadas por.

Eficacia: estima el nivel de cumplimiento de las metas para cada vigencia contenidas en los Planes de Desarrollo Territoriales. Define el porcentaje de logro

entre lo planificado contra lo ejecutado. En la Constitución Política de 1991, el concepto de eficacia es contemplado como uno de los principios de la función administrativa, hace referencia al logro de resultados en términos de cantidad, calidad y oportunidad. Así mismo y para el caso de los gobiernos y administraciones públicas territoriales.

Eficiencia: analiza el uso adecuado y eficiente de los recursos (relación entre los productos obtenidos e insumos utilizados por el municipio en el proceso de producción de bienes y de prestación de servicios de salud, educación y agua potable).

Requisitos legales: evalúa el cumplimiento de las entidades territoriales del marco normativo relacionado con la ejecución de los recursos del Sistema General de las Participaciones (SGP).

Gestión administrativa y fiscal: estima la capacidad administrativa y financiera de un municipio para materializar las acciones contenidas en cada uno de los instrumentos de planificación que diseña. Este indicador se define a partir el promedio entre el Índice de Capacidad Administrativa y el Índice de Desempeño Fiscal que mide una serie de indicadores relacionados con los recursos financieros con los que cuentan las gobernaciones y municipios para desarrollar su gestión durante cada vigencia.

Para evaluar las condiciones económicas del departamento se consideraron los rangos de aptitud que se presentan en la Tabla 16. Se Tuvo en cuenta que Las calificaciones cercanas a 100 corresponden a los municipios de mejor desempeño, por ser los municipios que cumplen lo establecido en sus planes de desarrollo, consiguen la mayor cantidad de bienes y servicios en relación con los insumos que utilizan, cumplen a cabalidad lo estipulado en la Ley 715 de 2001 en cuanto a la ejecución de los recursos del SGP y tienen una alta capacidad de gestión administrativa y fiscal.

Tabla 16. Rangos de aptitud para la valoración de las condiciones económica del departamento del Tolima

Variable	Aptitud		
	A1	A2	A3
PIB per cápita	\$3452.151- \$2.613.065	\$2.613.065- \$1.858.276	\$1.858.276 – 1.103.487
Desempeño* integral	83,48 - 71,85	71,85 - 60,23	60,23 - 48,61

* Unidades del desempeño Integral: El porcentaje determina el puesto a nivel departamental.

Mercado laboral.

Proporciona información básica acerca del tamaño y estructura de la fuerza de trabajo (empleo, desempleo e inactividad), de la estructura de ingresos y gastos y de las condiciones de vida de los hogares colombianos. (DANE, 2006). Es uno de los principales receptores de las transformaciones económicas como la variación de las tasas de desempleo y ocupación, niveles de informalidad e ingresos. (Garay, 1998). El desempeño del mercado de trabajo en un elemento clave en el bienestar de la población.

Para efectos del estudio se tuvo en cuenta las variables que influyen en el mercado laboral municipal, por lo cual se consideró la variable población económicamente activa –PEA-, que indica cual es la fuerza laboral efectiva del territorio, definida como aquellas personas en edad de trabajar que labora o que busca trabajo. (Universidad ICESI, s.f). También se tomó la población proyectada municipal del 2015 por rango de edad para trabajar, que son aquellas personas entre 15 y 64 años que habitan en las zonas rurales y urbanas municipales. Estos datos fueron tomados del DANE según el censo general del 2005. Para el análisis es importante el nivel educativo de la población, por lo que se tuvo en cuenta la tasa de analfabetización por municipio que corresponde al porcentaje de la población mayor de 15 años que es incapaz de leer y escribir. Cifras recuperadas del departamento nacional de planeación (2016).

La evaluación, medición y calificación de la variable población económicamente activa y población, se obtiene de multiplicar el indicador PEA por la población total en edad de trabajar, la cual genera una tasa de actividad laboral municipal, donde se toma el valor máximo y mínimo y se clasifica la variable según la aptitud: A1, A2, A3. De igual manera se hace el cálculo para la tasa de analfabetización. Tabla 17.

Tabla 17. Aptitud para el mercado laboral municipal del departamento del Tolima

Municipios	Indicador PEA	Población municipal edades de 15-64 años	Tasa de actividad laboral	Aptitud	Tasa analfabetismo mayores de 15 años (2005) en %	Aptitud	Aptitud Mercado laboral
Alpujarra	38,0%	3.050	1.159,00	A3	14,80	A2	A2
Alvarado	35,3%	5.415	1.910,41	A3	16,70	A2	A2
Ambalema	34,7%	4.433	1.539,58	A3	13,30	A2	A2
Anzoátegui	44,4%	10.974	4.874,65	A3	14,70	A2	A2
Armero	28,6%	7.494	2.141,79	A3	14,90	A2	A2

Municipios	Indicador PEA	Población municipal edades de 15-64 años	Tasa de actividad laboral	Aptitud	Tasa analfabetismo mayores de 15 años (2005) en %	Aptitud	Aptitud Mercado laboral
Ataco	40,6%	13.323	5.406,47	A3	17,60	A2	A2
Cajamarca	45,5%	12.452	5.665,66	A3	13,10	A2	A2
Carmen de Apicalá	39,5%	5.657	2.232,25	A3	10,80	A1	A2
Casabianca	46,7%	4.141	1.933,02	A3	16,90	A2	A2
Chaparral	35,7%	27.891	9.954,30	A2	18,80	A3	A2
Coello	22,8%	5.803	1.325,41	A3	20,70	A3	A3
Coyaima	26,3%	15.889	4.180,40	A3	23,90	A3	A3
Cunday	35,9%	5.550	1.993,01	A3	17,90	A3	A3
Dolores	15,9%	4.953	787,53	A3	24,10	A3	A3
Espinal	38,8%	49.051	19.007,26	A1	7,80	A1	A1
Falán	45,1%	5.724	2.581,52	A3	15,80	A2	A2
Flandes	38,7%	18.794	7.280,80	A2	8,00	A1	A1
Fresno	45,8%	19.154	8.780,19	A2	15,50	A2	A2
Guamo	25,9%	19.959	5.163,39	A3	12,10	A2	A2
Herveo	46,4%	5.124	2.379,07	A3	14,90	A2	A2
Honda	38,5%	16.379	6.299,36	A3	9,10	A1	A2
Ibagué	48,4%	366.298	177.141,71	A1	5,10	A1	A1
Icononzo	43,2%	6.553	2.830,24	A3	13,90	A2	A2
Lérida	42,0%	11.172	4.688,89	A3	12,90	A2	A2
Libano	42,8%	25.092	10.729,34	A2	14,40	A2	A2
Mariquita	41,6%	21.404	8.908,34	A2	10,10	A1	A1
Melgar	48,0%	23.763	11.413,37	A2	6,50	A1	A1
Murillo	34,9%	3.095	1.080,77	A3	16,30	A2	A2
Natagaima	30,8%	14.238	4.382,46	A3	13,00	A2	A2
Ortega	26,5%	18.793	4.974,51	A3	17,30	A2	A2
Palocabildo	43,5%	5.816	2.529,96	A3	18,20	A1	A2
Piedras	32,8%	3.348	1.098,14	A3	15,30	A2	A2

Municipios	Indicador PEA	Población municipal edades de 15-64 años	Tasa de actividad laboral	Aptitud	Tasa analfabetismo mayores de 15 años (2005) en %	Aptitud	Aptitud Mercado laboral
Planadas	45,5%	17.684	8.042,68	A2	18,50	A3	A3
Prado	27,1%	4.913	1.330,93	A3	16,30	A2	A2
Purificación	29,0%	18.469	5.352,32	A3	12,20	A2	A2
Rioblanco	43,4%	14.127	6.125,47	A3	21,90	A3	A3
Roncesvalles	42,2%	4.009	1.691,80	A3	14,20	A2	A2
Rovira	36,2%	11.924	4.321,26	A3	18,50	A3	A3
Saldaña	29,5%	9.120	2.690,40	A3	10,50	A1	A2
San Antonio	45,6%	8.321	3.796,04	A3	17,30	A2	A2
San Luis	17,6%	11.815	2.084,17	A3	20,30	A3	A3
Santa Isabel	43,5%	3.928	1.708,29	A3	14,70	A2	A2
Suárez	23,4%	2.808	658,20	A3	16,20	A2	A2
Valle de San Juan	26,2%	3.732	977,41	A3	19,70	A3	A3
Venadillo	29,9%	12.005	3.584,69	A3	22,00	A3	A3
Villahermosa	48,6%	6.625	3.218,43	A3	14,00	A2	A2
Villarrica	44,6%	3.327	1.484,51	A3	13,90	A2	A2

Para evaluar el mercado laboral del departamento se consideraron los rangos de aptitud que se presentan en la Tabla 18. El municipio de Ibagué no hizo parte del análisis lógico de las cifras de población ya que desajusta los datos para la determinación de la aptitud de los demás municipios del departamento. Sin embargo este municipio por su alta tasa demográfica se encuentra en la aptitud A1.

Tabla 18. Aptitud del mercado laboral por municipio del departamento del Tolima.

Variable	Aptitud		
	A1	A2	A3
Tasa de actividad laboral	19.007 – 12.891	12.891 – 6.775	6.775 – 658
Tasa de analfabetización %	24,1% - 17,7%	17,7% - 11,4%	11,4% - 5,10%

Distribución y tamaño de predios

Está relacionada con los rangos de propiedad y constituye una primera aproximación a la concentración de la propiedad en Colombia (IGAC & UNIANDES, 2012), los rangos de propiedad fueron definidos por cinco tamaños de predios: grande, mediano, pequeño, minifundio y microfundio. A partir de esta se determinó los rangos de aptitud como se muestra en la Tabla 19. Se tuvo en cuenta la Clasificación que realiza IGAC & UNIANDES (2012). En i) Grande: predios con una extensión mayor a 200 hectáreas. Mediana: predios entre 20 y 200 hectáreas, ii) Pequeña: predios entre 10 y 20 hectáreas, iii) Minifundio: predios entre 3 y 10 hectáreas, y iv) Microfundio: predios menores de 3 hectáreas.

De esta manera, si la participación de los predios grandes y medianos es preponderante es evidencia de que la propiedad de la tierra está concentrada. Por el contrario, si la participación de predios pequeños es predominante, el país tendrá una distribución más equitativa de la propiedad. Por lo que se determina que existe una relación implícita entre la estructura de la propiedad, y la posibilidad de adelantar actividades agrícolas o pecuarias.

La importancia de este criterio es determinante para cualquier actividad económica, ya que incide en las políticas de uso de la tierra como fuente principal de ingreso para las mejora de las condiciones de vida de la población.

Tabla 19. Rangos de aptitud para la valoración de la distribución y tamaño de los predios del departamento del Tolima.

Variable	Aptitud			
	A1	A2	A3	N1
Distribución y tamaño de los predios	Grande, mediana y pequeña	Minifundio	Microfundio	
	>10 ha	3 y 10 ha	0,1 y 3 ha	

Avalúos catastrales integrales de tierras rurales.

El avalúo catastral consiste en la determinación del valor de los predios, obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. El avalúo catastral de cada predio se determinará por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos. El avalúo catastral es el valor asignado a cada predio por la autoridad catastral en los procesos de formación, actualización de la formación y conservación catastral, toma como referencia los valores del mercado inmobiliario, sin que en ningún caso los supere. (DNP, MinHacienda, MADR, DANE, & IGAC, 2016).

Según el (IGAC, 2014a), permite determinar las dinámicas inmobiliarias de los territorios; promueve la seguridad o certeza jurídica, puesto que se adquiere información de las formas de la tenencia de la tierra, individualización de las mismas y certificados planos prediales catastrales como parte integral del registro público de la propiedad; y contribuye con la planeación y el ordenamiento territorial, social y productivo, debido que permite obtener información completa del territorio para la toma de decisiones.

Es importante en el proceso de toma de decisiones para el inversionista, proporcionándole elementos para adelantar eventuales transacciones comerciales relacionadas con el tema en el marco de la puesta en marcha de la actividad. En el caso del valor de la hectárea, lo deseable es acceder a predios de menor valor, de modo que se incentive la inversión.

La metodología fue desarrollada por la UPRA con base en la información obtenida del IGAC, 2014, cuyos resultados fueron asumidos y analizados en el proyecto para cada TUT. De esta manera, se pueden identificar las áreas cuyos precios de la tierra tienden a ser altos, medios y bajos: con rangos de valores en SMMLV, menor a 1, entre 1 y 2,3, entre 2,3 y 4,8, 4,8 a 10, 10 a 22,1, 22,1 a 58,4 y mayor a 58.4. (UPRA, 2014). Consiste en la determinación del valor de los predios rurales. Los rangos de aptitud para la valoración de los avalúos catastrales en el departamento del Tolima se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Rangos de aptitud para la valoración de los avalúos catastrales de los predios del departamento del Tolima.

Variable	Aptitud			
	A1	A2	A3	N1
Avalúo catastral	Mayor 1 a 4,8	4,8 a 21,1	21.1 >58,4	

*El avalúo catastral se analizó para cada TUT.

Seguridad ciudadana

La Política Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana –PNSCC- es el resultado de un proceso interinstitucional liderado por la Presidencia de la República, con la participación del Ministerio de Defensa Nacional, el Ministerio del Interior y de Justicia, la Policía Nacional y el Departamento Nacional de Planeación, y el concurso de otras entidades del orden nacional y del nivel territorial. En tal sentido, para efectos de la política, se entiende por seguridad ciudadana la protección universal a los ciudadanos frente a aquellos delitos y contravenciones que afecten su dignidad, su seguridad personal y la de sus bienes, y frente al temor a la inseguridad. La convivencia, por su parte, comprende la promoción del apego y la adhesión de los ciudadanos a una

cultura ciudadana basada en el respeto a la ley, a los demás y a unas normas básicas de comportamiento y de convivencia social (DNP, 2011)

La metodología fue desarrollada por la UPRA con base en la información obtenida del IGAC, 2014, cuyos información base y los resultados obtenidos fueron asumidos en el proyecto. La ponderación de la evaluación, medición y calificación final de este criterio se realizó mediante evaluación multicriterio por lo que se utilizó el software *Priority Estimation Tool –PriEsT* donde los valores obtenidos para su medición se realizaron mediante juicio de expertos. Tabla 21.

Tabla 21. Valor de ponderación para la seguridad ciudadana del departamento del Tolima.

Criterio	Valor de ponderación
Número de acciones armadas	0,042
Número total de homicidios	0,035
Desplazamiento 2005-2009	0.365
Desplazamiento 2010-2014	0.365
Desempeño Fiscal	0,425
Interconexión eléctrica	0,495

Institucionalidad

Comprende la presencia institucional del Estado, la banca y las entidades de investigación y apoyo en el sector agrícola y pecuario presentes en el nivel municipal cuyo apoyo conduce a la competitividad.

La presencia de instituciones en el sector agropecuario permite el desarrollo de investigación de nuevas variedades, control sanitario de productos a ser exportados fiscalización de productos de origen nacional, tanto en relación con su calidad sanitaria como en su calidad comercial; control y erradicación de enfermedades y plaga; apoyo a la inversión agropecuaria.

Para evaluar este criterio, se identificaron cuatro variables para el departamento del Tolima y se realizó por valor de ponderación, como resultados se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Valor de ponderación para la presencia institucional del departamento del Tolima.

Criterio	Valor de ponderación
Entidades bancarias	0,25
Presencia del SENA	0,25
Presencia de Corpoica	0.25
Presencia de ICA	0.25

Condiciones de vida

El Índice de Condiciones de Vida o ICV, anteriormente denominado Índice de Calidad de Vida es un índice multidimensional utilizado por (DANE, 2010), para medir el progreso del país en la eliminación de la pobreza. Es un indicador del estándar de vida que combina variables de acumulación de bienes físicos, medido a través de las características de la vivienda, acceso a los servicios públicos domiciliarios, e incluyen características familiares y sociales de la familia, composición del hogar. Tabla 23.

Es un concepto relacionado con el bienestar social y depende de la satisfacción de las necesidades humanas y de los derechos positivos, mide el grado en el que los problemas de salud física o emocional interfieren en la vida social habitual, por lo que caracteriza el modo de vida, trabajo, servicios sociales y condiciones ecológicas. Elementos indispensables para el desarrollo del individuo y de la población; por tanto caracterizan la distribución social y establecen un sistema de valores culturales que coexisten en la sociedad (Tuesca, 2012).

La metodología fue desarrollada por la UPRA con base en la información obtenida del IGAC (2014), cuyos resultados fueron asumidos en el proyecto

Tabla 23. Valores de aptitud para condiciones de vida de la zona rural del departamento del Tolima

Variable	Aptitud		
	A1	A2	A3
Índice de Necesidades Básicas rural	Índices NBIR, entre 0,138212 – 0,7278	Índices NBIR, entre 0,3074 -0,5508	Índices NBIR, entre 0,293 – 0,2191
Índice de condiciones de vida	Índices condiciones de vida, entre 0,63179 a 0,758792		
Índice de pobreza Multidimensional		Índice de Pobreza Dimensional entre 0,314889 - 0,5259	Índice de Pobreza Dimensional entre 0,08753 -0296019

Tipo de propietario

Uno de los trabajos más completos es el que se cita en el Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia 2012. (IGAC & UNIANDES, 2012). Desarrollado por Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola –CIDA-, titulado “Tenencia de la tierra y desarrollo socioeconómico del sector agrícola en Colombia”, donde relaciona el tipo de propietario con la tenencia, entendiéndola como la expresión de relaciones legales y tradicionales entre personas, grupos e instituciones que regulan los derechos al uso de la tierra, traspaso de la misma y

goce de sus productos y de las obligaciones que acompañan a dichos derechos, por lo que se parte de la hipótesis de que la tenencia de la tierra es el reflejo de las relaciones de poder entre personas y grupos en el uso de la tierra.

Se Identificó los principales sistemas de tenencia de la tierra, se caracterizó los grupos sociales que la explotan y las instituciones que rigen la propiedad y la tenencia de la tierra y la relación entre la tenencia de la tierra y los aspectos económicos, sociales y políticos de las comunidades agrarias. Caracterizó la relación entre los productores y los propietarios de la tierra. El tipo de relación y el número de fincas en que dicho tipo existe se pudieron establecer de manera gruesa con base en los datos censales que indican generalmente el estatus legal de los operadores, ya sean propietarios, administradores, arrendatarios, aparceros, ocupantes precarios, etc. y el estatus legal de los propietarios (privada, corporación cooperativa, sociedad, religiosa, caridad, organismo público o semipúblico).

Para la obtención de los tipo de propietario se obtuvo a partir del estudio realizado por el IGAC & UNIANDES (2012), que a partir de la base de datos de los avalúos catastrales, se filtró los predios cuya destinación fue agropecuaria y que perteneciera a personas naturales o jurídicas de carácter privado por lo que para el departamento del Tolima se identificaron las siguientes categorías: (i) predios que pertenecen al Estado; (ii) comunidades religiosas; (iii) otras comunidades; (iv) áreas particulares. En la Tabla 24.

Tabla 24. Valores de aptitud para tipo de propiedad en el departamento del Tolima.

Variable	Aptitud			
	A1	A2	A3	N1
Tipo de propiedad	Particular	Estado y comunidades Sin información*	Comunidades religiosas	

Infraestructura logística

Para la obtención de este criterio se parte de la cartografía de isócronas definidas como el tiempo en horas de desplazamiento con destino a cabeceras municipales, ciudades capitales, mercado mayoristas y distancia al SENA. Las isócronas fueron proporcionadas por la UPRA.

Las isócronas para las cabeceras municipales indican las ha, de un municipio que se encuentran a cierto número de horas de comunicación terrestre de sus cabeceras. Para el cálculo de los tiempos de desplazamiento se tiene en cuenta el tipo de vías con que cuente cada municipio y la correspondiente velocidad media, que es dada por el Ministerio de Transporte (Lozano & Restrepo, 2015). El rango

de aptitud de este criterio se definió en tres categorías. Tabla 25. La infraestructura logística incluye carreteras, puertos, empresas, productos y servicios, conocimiento y habilidades. Estos son los soportes actuales de la competitividad regional. Una adecuada infraestructura permite el desarrollo crecimiento y prosperidad ya que impacta en forma positiva a pequeños y grandes comerciantes haciendo viable la comercialización de sus productos.,

Tabla 25. Rangos de aptitud, Criterio Infraestructura logística

CRITERIO	VARIABLE	INDICADOR	Rangos de Aptitud		
			A1	A2	A3
INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		Isócronas capital de Dpto.	Menor o igual a 2 horas	Entre 2 y 4 horas	Mayor a 4 horas
	Accesibilidad a Centro de Servicios	Isócronas Mercado mayorista	Menor o igual a 2 horas	Entre 2 y 4 horas	Mayor a 4 horas
		Isócrona cabecera municipal)	Menor o igual a 2 horas	Entre 2 y 4 horas	Mayor a 4 horas
	Interconexión Eléctrica	índice de cobertura del servicio de energía eléctrica	Mayor o igual a 90%	Entre 90% y 80%	Menor a 80%
	Presencia de entidades	Isócronas Presencia SENA	Menor o igual a 2 horas	Entre 2 y 4 horas	Mayor a 4 horas

3.6.3 Componente Socioecosistémico

La especie humana ha desarrollado habilidades tecnológicas que le permiten transformar los ecosistemas naturales de manera sin precedente en la historia del planeta, por lo que no se trata de un componente más en el ecosistema. A diferencia del resto de las especies el hombre, al transformar un ecosistema, generalmente lo hace con un propósito, lo que le confiere un carácter claramente teleológico. Esto es, tanto los componentes como los procesos funcionales del ecosistema transformado son manipulados a fin de lograr un estado deseado del sistema. De esta forma los ecosistemas pasan de ser sistemas naturales a ser socioecosistemas con una diversidad de variantes: ambientes urbanos, campos de cultivo, plantaciones forestales, y hasta campos de golf y jardines, entre otros (Maass, 2003).

Por lo que el enfoque socioecosistémico, considera la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales, donde el hombre, la sociedad y su cultura, como componentes centrales de los ecosistemas, modelan y se adaptan a los cambios en la naturaleza. Para la evaluación de tierras del departamento del Tolima el desarrollo de este componente se consideró tres criterios. Figura 19.

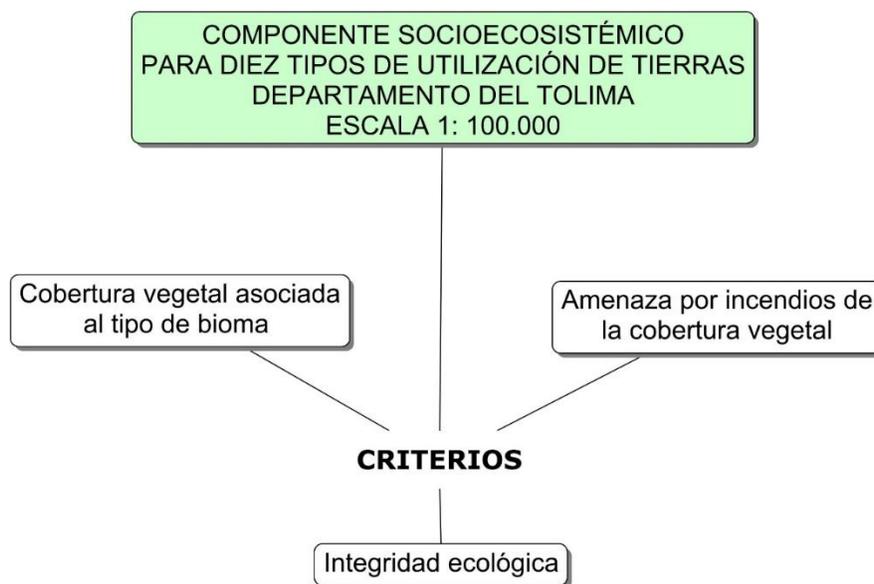


Figura 19. Criterios del componente socioecosistémico.

Integridad ecológica

Mapa proporcionado por la UPRA (2014b), constituye una aproximación conceptual y metodológica aplicable a la planificación del territorio y la conservación de la naturaleza, se considera la integridad ecológica como un estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación (Parrish et al., 2003). Resulta de la interacción de tres índices. Conectividad Estructural de las Coberturas Naturales –CECN-, Índice de Naturalidad por subzonas hidrográficas –INAT-, Áreas de concentración de especies sensibles en el territorio –ACES- (UPRA, 2015).

$$IE = a(CECN) + b(INAT) + c(ACES)$$

Conectividad estructural

Es una medida a escala del paisaje transformado que permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats, como espacio vital

requerido para el mantenimiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas. De acuerdo a la UPRA et al., (2015), Para el análisis de la conectividad se consideraron los tipos de coberturas naturales y seminaturales del Mapa de Coberturas de la Tierra para Colombia, con el objeto de analizar la fragmentación a través de métricas del paisaje por lo que se utilizó una distancia euclidiana de 1000 m entre núcleos, y de resistencia de la matriz para su restablecimiento, o el establecimiento de algún tipo de cobertura.

La conectividad del paisaje es necesaria para sostener y mantener la estabilidad de los procesos ecológicos que se encuentran espacialmente relacionados entre sí, como la dispersión, el flujo genético entre poblaciones aisladas, la migración y a largo plazo la evolución de las especies. En este sentido, el mantenimiento de la conectividad se convierte en una condición clave para la persistencia de la biodiversidad y requisito ecológico indispensable en las prácticas adecuadas de conservación y planificación del territorio. Laita et al. (2011) citado en Ayram, Andrés, Mendoza, & López Granados (2014). El estudio de la conectividad estructural y la caracterización del patrón del paisaje en áreas con presión antrópica como son las áreas de cultivos, permiten describir el continuo natural del mismo y denotar las uniones entre hábitat, especies, comunidades y procesos ecológicos.

Mediante el análisis de la estructura espacial de este paisaje en aspectos como la forma, la composición y la configuración del conjunto de parches, podría estimarse la cantidad y la intensidad de las intervenciones antrópica (Valencia, Restrepo, & Soto, 2008) La conectividad estructural aumenta cuando los fragmentos de un tipo de cobertura están más cercanos entre sí en este caso sería cualquier TUT ya sea agrícola o pecuario priorizado. Para su evaluación se considera e un rango entre 0 – 1, en donde cero (0) representa la menor conectividad y uno (1) la mayor conectividad, y se reclasifica en términos de la aptitud.

Índice de naturalidad –INAT-

El grado de naturalidad, según (Machado, 2004), constituye el indicador del grado de intervención en que se encuentra una unidad territorial. Permite identificar aquellas zonas que se encuentran en estado original, de aquellas que presentan cierto nivel de intervención antrópica o artificialización y aquellas que están sumamente intervenidas. La artificialización constituye el proceso mediante el cual el medio natural es intervenido y transformado por el hombre; desde el punto de vista de la vegetación, indicará la intensidad y tipo de manejo al cual fue sometido el ecosistema

El índice de naturalidad es una herramienta que realiza un diagnóstico ambiental del lugar de estudio, utilizada para reflejar y poder comparar de manera

sucinta el estado de conservación de diferentes unidades territoriales, por lo que se define ser áreas de conservación o no.

Para la realización de un análisis de la calidad ambiental de un territorio se pueden considerar, en forma general, dos tipos: una “calidad” de tipo ecocéntrico y otra de tipo “antropocéntrico”.

Desde el punto de vista ecocéntrico se considera que la calidad ambiental es proporcional al grado de naturalidad del área que se analiza; esto es, cuanto menor sea el grado de modificación de las características naturales del medio, mayor será su calidad. La óptica antropocéntrica incluye la consideración de las principales funciones que el medio físico desempeña en relación con los seres humanos, como fuente de recursos, como sumidero de residuos generados por las actividades humanas y como soporte de actividades y proveedor de servicios. Alcaide et al., 2006 en (Patricio & Astorga, s. f.)

Según la UPRA, 2015 este índice fue obtenido a partir del mapa de cobertura de la tierra, para ello se cuantifica la extensión de los tipos de coberturas naturales según la clasificación de Corine Land Cover, en relación con las sub-zonas hidrográficas que mediante un análisis geográfico, se determina en cada una de las unidades hidrográficas el porcentaje de coberturas naturales (vegetación natural remanente), que aún están presentes en dichas unidades. Los tipos de coberturas naturales está determinado como los ecosistemas estratégicos que según Márquez, (2003) deben entenderse como partes diferenciables del territorio donde se concentran funciones naturales de las cuales dependen, de manera especial y significativa, bienes y servicios ecológicos vitales para el mantenimiento de la sociedad y de la naturaleza.

INAT = Superficie de coberturas naturales / tamaño de subzona hidrográfica.

La ponderación fue realizada respecto al índice de vegetación remanente de acuerdo a su carácter estratégico por lo que se establecieron cuatro categorías de transformación

Poco o nada transformado (NT): cuando más del 75% de la vegetación natural se encuentra conservada dentro de la subzona hidrográfica. De la subzona hidrográfica que se encuentra en este estado, se califica como muy alto con el valor de 50.

Parcialmente transformado (PT): cuando la vegetación natural presenta una extensión de área menor al 75% y mayor al 50%, de la subzona hidrográfica. De la subzona hidrográfica que se encuentras en este estado, se califica como alto con el valor de 25.

Muy transformado (MT): cuando la vegetación silvestre representa una extensión de área menor al 50% y mayor al 25%, de la subzona hidrográfica. De la subzona hidrográfica que se encuentra en este estado, se califica como medio con el valor de 15.

Completamente transformado (CT): cuando la vegetación silvestre representa una extensión de área menor al 25%, de la subzona hidrográfica. De la subzona hidrográfica que se encuentra en este estado, se califica como bajo con el valor de 10

Por lo que se establecieron rangos del INAT de acuerdo con la argumentación de Márquez (2003), sobre el carácter estratégico de las coberturas naturales, y se reclasifican en términos de su aporte a la aptitud. Tabla 26.

Tabla 26. Aptitud índice de naturalidad – INAT de la Integridad Ecológica.

Rango (%)	Descripción	Código de aptitud
0 - 5	INAT muy baja – vital	A1
5 - 30	INAT baja – estratégica	
30 - 50	INAT moderada	A2
50 - 75	INAT alta	
75 - 100	INAT muy alta – amortiguación.	A3

Fuente. **Adaptado de Márquez, 2003.**

Concentración de especies sensibles o endémicas –ACES-

Las especies endémicas son aquellas que se encuentran naturalmente sólo en un sitio o región geográfica determinada y por lo tanto su distribución está limitada a un ámbito geográfico reducido. Los endemismos pueden entenderse a diferentes escalas geográficas por lo cual las especies pueden ser endémicas de un país, de una región o subregión o de una localidad. Son importantes para determinar un área protegida porque generalmente son las más dependientes de hábitats conservados y presentan mayor susceptibilidad a la extinción si se pierden o alteran los ecosistemas naturales. De acuerdo con la escala las especies con endemismos locales resultan más vulnerables a la alteración de sus hábitats naturales, en tanto las especies endémicas de zonas de mayor tamaño se consideran menos sensibles. Para el área de estudio se pueden definir cuatro niveles de endemismo (Sinchi, 2016)

La UPRA 2015, midió esta variable a través de la densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado, en áreas prioritarias de Conservación –APCs- no declaradas en el SINAP, para lo cual se toma de base la información generada por el Instituto Alexander von Humboldt y la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH en 2013 en el portafolio de Áreas Prioritarias de Conservación – APC, escala 1:100.000. Las categorías de mayor endemismo obtendrán la mayor calificación mientras que las categorías de menor grado de endemismo obtendrán

calificaciones menores, por lo que a mayor valores de ACES, menor será la aptitud para cultivos, los rangos definidos por la UPRA, 2015 se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27. Aptitud de concentración de especies sensibles o endémicas ACES

Rangos (ln D)	Descripción de áreas prioritarias de Conservación-APCs-	Aptitud
Menos a -10,02	Áreas sin identificación de APC	A1
-10,02 -5,72	Muy baja de especies sensibles	A2
-5,71 -2,77	Baja de especies sensibles.	
-2, 76 -1, 42	Moderada de especies sensibles	A3
-1,42 -0,06	Alta de especies sensibles	
-0,05 -6,42	Muy alta de especies sensibles	

La UPRA 2015, obtiene la integridad ecológica mediante la matriz de valoración de multicriterio *Priority Estimation Tool* (AHP) – PriEst lo cual estableció un valor de importancia relativa de cada uno de los índice que compone la Integridad ecológica. Tabla 28.

Tabla 28. Aptitud. Integridad Ecológica

Integridad Ecológica	Conectividad estructural coberturas vegetales	Concentración de especies	Porcentaje de Naturalidad
Conectividad estructural coberturas vegetales	1	5	3
Concentración de especies	-	1	1/5
% Naturalidad	-	-	1

Cobertura vegetal asociado al tipo de bioma

Es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra y un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también se describe otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua. La cobertura proporciona información fundamental acerca del uso del suelo, que permite identificar zonas con mayor aptitud para el establecimiento de cultivos. La clasificación de las cobertura se pueden identificar mediante niveles (IDEAM, 2010). El uso actual y cobertura de la tierra del Tolima se desarrolló en la Fase VI. Tabla 29

Condición de las unidades eco biogeográficas continentales y sistema nacional de áreas protegidas en Colombia. (Parque Nacionales Naturales de Colombia. PNN-, 2014).

Biomás

En el documento de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia realizado por el IDEAM, IAvH, & Sinchi (2007), acuña una serie de definiciones, que aquí se presentan.

El término bioma fue propuesto por Clements (1916) para designar una comunidad biótica integrada por plantas y animales. Posteriormente, otros científicos precisaron su significado y le añadieron el matiz de que el bioma posee una uniformidad fisonómica determinada por una formación vegetal madura y estable.

Walter (1977) define los biomás como “ambientes grandes y uniformes de la geobiosfera” que corresponden a un área homogénea en términos biofísicos, ubicada dentro de una misma formación biogeográfica. Los biomás terrestres se diferencian entre sí por factores climáticos como temperatura y pluviosidad. Ambos factores son los que permiten el desarrollo de una determinada vegetación (Domínguez, 1999).

En la Tabla 30, se presentan las unidades eco biogeográficas – Biomás, para el departamento del Tolima. Su delimitación fue realizada por PNN, (2014), acogiéndose a una aproximación geográfica de carácter (Fisiográfico Fisonómico), donde las unidades espaciales de referencia (Biomás y Distritos), se digitalizaron a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos, análisis del modelo de elevación de terreno (DTM), con resolución de 90 metros, y revisión bibliográfica (clima, geomorfología, geología, hidrología y suelos), y fisonómica (Coberturas de la tierra), tanto escrita como digital.

Se asumió la metodología planteada por la UPRA, 2015, donde se realizó la intersección del mapa de cobertura de la tierra del departamento, a escala 1:100.000 (Universidad del Tolima y Gobernación del Tolima, 2016) y la capa de biomás del Mapa Nacional de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:100.000 (IDEAM, 2011). Una vez realizada la intersección cada unidad de cobertura fue reclasificada de acuerdo del tipo de bioma lo que implicó analizar las características de cada bioma y su importancia ambiental, así como las cualidades de cada tipo de cobertura, que depende de las características ambientales (sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica), de esta forma se definió el grado de aptitud. Tabla 31.

Tabla 29. Rangos de aptitud para tipos de cobertura vegetal

Unidad de cobertura	Análisis del aptitud
Cultivos transitorios	<p>Las áreas propicias para los cultivos transitorios son aquellas que deben localizarse en zonas de alta capacidad productiva y de renovación, en las que se aproveche al máximo el potencial productivo del terreno en relación a los cultivos que se encuentren en dichas áreas sin generar una presión adicional sobre los recursos naturales. Así mismo los cultivos localizados en biomas frágiles, tienen una aptitud marginal para el incorporación de cultivos transitorios</p>
	<p>De acuerdo a lo anterior se definió que esta cobertura solo aplicaba en las categorías A1 y A3</p>
Cultivos permanentes	<p>Se considera que las áreas apropiadas para la localización de cultivos permanentes deben de tener una buena capacidad productiva y condiciones físicas apropiadas; estas se ubican en sitios tropicales y alto andino que permitan el fluj adecuado del agua que en ellos se encuentran, lo que beneficia el desarrollo de las actividades agrícolas comerciales las cuales no ocasionaran un impacto perjudicial sobre la biota. Así mismo los cultivos localizados en biomas con condiciones particulares de suelos y vegetación zonal, tienen una aptitud marginal para el establecimiento de Cultivos permanentes.</p>
	<p>De acuerdo a lo anterior se definió que esta cobertura solo aplicaba en las categorías A1, A2 y A3</p>
Pastos	<p>Su aptitud se precisó de la correlación “cobertura-Bioma”, por lo que se consideró que entre mayor sea la amenaza sobre un bioma menor será la aptitud; adicionalmente, si dicho bioma tiene condiciones significativas en términos de biodiversidad, lugar, condiciones ambientales extremas se reduce en mayor grado la aptitud. La especialización de los biomas que por características únicas uno de los elementos que delimitan en alto grado el establecimiento de las plantaciones agropecuarias</p>
	<p>Con base en estas consideraciones se estableció que estas coberturas pueden tener aptitud A1, A2 y A3</p>
Áreas agrícolas heterogéneas	<p>Se considera que las zonas apropiadas para las áreas agrícolas heterogéneas deben ubicarse en sitios que permitan la coexistencia de diferentes especies vegetales, en los cuales se beneficia el desarrollo de las actividades agrícolas comerciales sin afectar negativamente en menor medida la composición del bioma.</p>
	<p>De acuerdo a lo anterior se definió que esta cobertura solo aplicaba en las categorías A1, A2 y A3</p>

Tabla 30. Unidades eco biogeográficas – Tipos de Biomas, para el departamento del Tolima

Condición	Bioma	Descripción
	Bioma Criofítico del Piso Térmico Nival. (Glaciares Andinos).	Corresponde con las culminaciones altitudinales del sistema cordillerano andino, o áreas de mayor levantamiento orogénico, en las cuales se encuentra una formación superficial de hielo mezclado parcialmente con detritos rocosos heterométricos.
	Bioma Helofítico de los Pisos Térmicos Muy Frio, Frio y Templado. (Humedales y zonas lacustres Andinas)	Bioma azonal de montaña que se asocia a la dinámica aluvial o lacustre en valles plano-cóncavos, por lo tanto, presenta niveles freáticos altos y ocasionalmente sufren encharcamiento y/o inundaciones, Las zonas lacustres andinas o altiplanos son depresiones subsidentes ocupadas en el pasado por lagos actualmente sedimentados en su mayoría. Ocasionalmente las zonas lacustres tienen humedales y cuerpos de agua que pueden considerarse como relictos de condiciones climáticas pasadas cuando ocupaban extensiones mayores los lagos.
	Bioma Oxihidrofítico del Piso Térmico Frio. (Turberas Andinas)	Zonas pantanosas acidas, compuestas de suelos turbosos de color negro, con nivel freático alto, localizadas en depresiones de sobreexcavación glaciar o tectónicas.
	Bioma Higrofitico o Subhigrofitico del Piso Térmico Frio. (Bosques Húmedos Alto andinos)	Bioma zonal que se desarrolla en los pisos térmicos frio o isomesotérmico a muy frio, por lo general, se encuentran expuesto frentes de condensación que alcanzan a cubrir hasta parte del páramo (orobioma situado en la parte superior). Las condiciones de humedad semihúmedas a superhúmedas. El límite en la parte superior de la unidad se asocia con el cambio de coberturas boscosas a herbazales o arbustales.
	Bioma Higrofitico o Subhigrofitico del Piso Térmico Templado Bosques Húmedos Subandinos	Bioma zonal que se desarrolla en las vertientes de las cordilleras y serranías cuyas alturas abarcan el piso térmico templado isomacrotérmico, con temperaturas medias anuales oscilan entre los 18 y los 24°C. Las condiciones climáticas dominantes son húmedas a superhúmedas y con frecuencia pueden observarse al menos un frente de condensación, situación que favorece el incremento de la nubosidad y la reducción de la evapotranspiración.
	Bioma Subxerofítico del Piso Térmico Templado. (Vegetación Semiárida Subandina)	Bioma azonal que se desarrolla en zonas con déficit de humedad, en general asociado a valles interandinos en posición de abrigo de los frentes de condensación. Se encuentra conformado por una vegetación de arbustos, subarbustos, hierbas y un arbolado bajo hasta unos cinco metros de altura con rasgos xoromorficos, aunque ecológicamente corresponde a una casmoquerzofitia, al que se le denomina como “Vegetación Semiárida” del piso térmico templado o isomacrotérmico

BIOMAS DE MONTAÑAS ANDINAS

Condición	Bioma	Descripción
BIOMAS DE TIERRAS BAJAS TROPICALES	Bioma Higtropofítico del Piso Térmico Cálido. (Bosques Secos Tropicales)	Bioma zonal que se desarrolla en relieves modelados en condiciones deficitarias de humedad, por lo cual, dominan los procesos erosivos y la salinidad de los suelos. Se caracteriza por la presencia de comunidades arbóreas que pierden sus hojas en los meses deficitarios de humedad.
	Bioma Subxerotropofítico del Piso Térmico Cálido. (Sabanas Tropicales)	Bioma azonal, que se desarrollan por lo general en planicies con muy ligero declive y en ocasiones en relieves levemente ondulados, que se caracterizan por presentar un vegetación con predominio de herbáceas en las cuales pueden aparecer entremezclados arbustos y ocasionalmente árboles y palmeras. Por presentar pendiente poco inclinadas se les denomina comúnmente como “Sabanas”. En el departamento del Tolima se encuentra las sabanas bien drenadas Tropicales
	Bioma Helofítico del Piso Térmico Cálido. (Humedales y Zonas Lacustres Tropicales)	Bioma azonal por definición, el bioma hace referencia a humedales y zonas lacustres tropicales en llanuras o valle aluviales inundables por desborde y/o encharcables por lluvias, se caracteriza al igual que su contraparte andina, por presentar diversos tipos de vegetación leñosa donde los elementos están solo parcialmente recubiertos por agua, por consiguiente las plantas no se encuentran en aguas profundas sino en las más o menos someras y que se presenta en situaciones con mal drenaje, encharcamiento permanente o prolongados períodos de inundación,
	Bioma Freatofítico del Piso Térmico Cálido. (Bosques de Galería Tropicales)	Bioma azonal localizado alrededor de los drenajes en zonas bajas mal drenadas con fondos planos o Los bosques riparios o de galería se localizan en climas semihúmedos a desérticos, en las cuales se presenta estrés hídrico durante cortos a largos períodos al año.
BIOMA DEL MEDIO ACUÁTICO-HIDROFITIA	Bioma Limnofítico de Aguas Dulceacuícolas Continentales. (Ríos, Lagunas Andinas y Tropicales)	Corresponde a cuerpos de agua salobres a dulces localizados en: zonas bajas de llanuras de desborde, deltas fluvio-marinos, valles aluviales de drenajes de montaña, depresiones tectónicas, o en formas cóncavas asociadas a la disolución de rocas.
PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA NORANDINA	Distrito Vegetación herbácea y arbustiva altoandina-Cordillera Central (“Páramos Cauca Huila Valle Tolima”) (Vegetación Arbustal y Herbácea de Páramo)	Se encuentra localizado entre los 3.400 y los 5.400 metros sobre el nivel del mar (msnm), en la cordillera Central en los departamentos Cauca, Huila, Quindío, Tolima y Valle del cauca. En el distrito se encuentran los complejos de páramos de Las Hermosas, Las Moras, Brujo, Huila, Santo Domingo, Chile –Barragán

Tabla 31. Rangos de aptitud cobertura vegetal asociado al tipo de bioma

Cobertura vegetal asociado a los tipos de Biomas	Otros cultivos transitorios	Arroz	Maíz	Algodón	Papa	Otros cultivos permanentes herbáceos	Café	Otros cultivos permanentes arbóreos	Pastos limpios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Mosaico de cultivos	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios	Mosaico de pastos con <small>avena</small>	Mosaico de cultivos y espacios
Glaciales Andinos																
Turberas Andinas																
Bosque Húmedo Alto Andino					A1		A1					A2	A2	A2		A3
Bosque Húmedo Subandino					A2		A1		A2	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2
Vegetación Semiárida Subandina						A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
Bosque Seco Tropical	A3					A3		A3	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
Sabanas bien drenadas Tropicales	A1	A1	A1	A1		A2		A1	A1	A1	A3	A2	A2	A2	A2	A2
Humedales y Zonas lacustres tropicales																
Bosque Galería Tropical																
Cuerpos de agua(ríos, ciénagas, lagos, lagunas)																
Vegetación Arbustal y Herbácea de Paramo																

Amenaza por incendios de la cobertura vegetal

En Colombia se estima que casi la totalidad de los incendios que se suceden son de origen antrópico, generada por la marcada dependencia de la tierra (IDEAM, 2001). Especialmente ocasionado por quemas agrícolas, mejora de pastizales, por descuido, quemas accidentales y por atentados terroristas (Manta, 2007); lo que conlleva a altos riesgos de incendios, que afecta las diferentes coberturas del territorio, además causa impactos y efectos ambientales y ecológicos sobre el medio físico natural que modifican las variables físicas y químicas del ambiente como la temperatura, humedad, estructura física, composición química, entre otras, y los ciclos naturales en los que intervienen; biogeoquímicos, hidrológico, climático. (Morales et al., 2011)

Una de las amenaza por incendios es la ocasionada por una cultura generalizada de uso del fuego asociadas a la preparación de los terrenos agrícolas o a la ampliación de áreas con fines productivos en ambientes con condiciones meteorológicas favorables para su propagación. Las quemas agrícolas casi siempre conllevan un alto riesgo de propiciar incendios, en razón de las escasas medidas preventivas adoptadas por los usuarios de la tierra para su ejecución. Las quemas que escapan al control y consumen coberturas no destinadas a arder, afectan especialmente a los bosques nativos y plantados, así como a los páramos y sabanas, ya que los procesos de desmonte, roza (tierra roturada y limpia para sembrar en ella) y quema, ocurren en sitios circundantes a ellos (Cabrera, Vargas, & Galindo, 2011).

Este criterio fue generado a partir del mapa Nacional de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal, a escala 1:500.000 (IDEAM, 2009)

Con el fin de evaluar la aptitud de la amenaza a incendios de la cobertura vegetal la UPRA (2015), definió las categorías de aptitud como se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32. Criterios de aptitud amenaza de incendios de la cobertura vegetal

Categoría de amenaza	Categoría de aptitud	Descripción
Muy baja, baja y moderada	A1	Apto para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias
Alta y muy alta	A2	Medianamente apto para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias

Exclusiones legales.

Para determinar tanto las exclusiones como los condicionantes se tuvo en cuenta el uso del suelo rural dado en Decreto 3600 del 2007, donde clasifica los

suelos de acuerdo al uso, categorizándolo en usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos.

Uso principal. Uso deseable que coincide con la función específica de la zona y que ofrece las mayores ventajas para el desarrollo sostenible. Para la evaluación de tierra de los diez TUT en el departamento del Tolima se consideró cultivos Agroforestales: Es aquel que combina actividades agrícolas y forestales ambientalmente sostenibles, que se convierte en una alternativa para lograr una producción mejorada y sostenida, y que promueve la reconversión para recuperar áreas agrícolas y ganaderas con problemas de sostenibilidad y productividad.

Agropecuario sostenible: Es aquel uso que involucra actividades de desarrollo agrícola y ganadero, que considera principios de producción limpia y sostenibilidad ambiental.

Agroindustria: Es la rama de industrias que transforman los productos de la agricultura, ganadería, en productos elaborados.

Uso compatible o complementario. Uso que no se opone al principal y concuerda con la potencialidad, productividad y protección del suelo y demás recursos naturales.

Uso condicionado o restringido. Uso que presenta algún grado de incompatibilidad urbanística y/o ambiental que se puede controlar de acuerdo con las condiciones que impongan las normas urbanísticas y ambientales correspondientes. La UPRA en el 2015, lo retoma como exclusiones condicionantes refiriéndose a impedimentos temporales, que están directamente relacionados con normatividad que limita usos del suelo por interés ambiental, cultural y social. Los condicionantes agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social, cuyo soporte legal implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción.

Uso prohibido. Uso incompatible con el uso principal de una zona, con los objetivos de conservación ambiental y de planificación ambiental y territorial, y por consiguiente implica graves riesgos de tipo ecológico y/o social. Se refiere aquellas áreas que por normativa legal limita el establecimiento, producción de TUT, agrícola y pecuario.

De acuerdo a CORTOLIMA (2016), en la Tabla 33 se presentan los condicionantes o determinantes ambientales; en la Tabla 34 los criterios de exclusión legal. Estos criterios impiden y regulan el establecimiento de las actividades agrícolas, pecuarias y agroindustrial. En la Figura 20 y Figura 21 se presenta su distribución espacial respectivamente. En la Figura 22 se presenta la

distribución espacial total de las áreas de exclusión y legal y las áreas condicionantes para el departamento del Tolima.

Tabla 33. Condicionantes para los diez TUT agropecuarios, para el departamento del Tolima.

Clasificación	Condicionantes/ Determinantes	Norma que la rige
Distinciones internacionales	Áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS)	Decreto 2372/2010. Artículo 28. MADT Compilado por el Decreto 1076/16
	Sitio Humedal Ramsar	Decreto 2372/2010. Artículo 28. MADT Compilado por el Decreto 1076/16
	Reservas de la biosfera	Decreto 2372/2010. Artículo 28. MADT Compilado por el Decreto 1076/16
Áreas urbanas	Corredor de 13 km de perímetro del aeropuerto.	Resolución 1092 de 2007. Aeronáutica Civil
Áreas de interés cultural y social	Resguardos indígenas	Constitución Política de Colombia. Artículos 63 – 329. Ley 21/1991 – La Organización Internacional del Trabajo, aprueba Convenio 1691/1989

Fuente. Cortolima 2016

Tabla 34. Exclusiones legales para los diez TUT agropecuarios, para el departamento del Tolima.

Clasificación	Exclusiones legales	Norma que la rige
Áreas protegidas	Áreas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales	Decreto 2372 de 2010
	Páramos	Ley 99 de 1993
	Zona de Reserva Forestal	Ley 2 de 1959.
	Parque Natural Regional Páramo del Meridiano - We'pe Wala	Acuerdo 07 de 2016 de CORTOLIMA
	Distrito de Conservación de Suelos (DCS) Cerros del norte de Ibagué	Acuerdo 003 de 2016 de CORTOLIMA
	Reservas Forestales Protectoras Regionales y Nacional.	Decreto 2372 de 2010. MADT.
	Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente	Resolución 1814 del 2015. MADS.
	Reserva Forestal Regional Galilea	Acuerdo 027 de 2007. CORTOLIMA.
	Reserva Forestal Protectora Regional "Alto Combeima".	Acuerdo 06 de 2014. CORTOLIMA.
Áreas de Reservas Naturales de la Sociedad Civil.	Decreto 1996 de 1999.	

Clasificación	Exclusiones legales	Norma que la rige
	Áreas de abastecimiento hídrico rural, Áreas de abastecimiento hídrico urbano y Áreas de rendimiento hídrico (zonificación ambiental en los POMCAS)	Acuerdo 031 de 2006, Acuerdo 032 de 2006, Acuerdo 045 de 2006, Acuerdo 08 de 2008, Acuerdo 032 de 2009, Acuerdo 01 de 2010, Resolución_01 de 2010, Acuerdo 007 de 2010, Acuerdo 017 de 2014 de CORTOLIMA
	Áreas de Influencia Hídrica	Decreto Ley 2811 de 1974
Áreas urbanas	Ciudades capitales de departamento	Ley 388 de 1997. Congreso de Colombia

Fuente. Cortolima 2016

3.6.4 Métodos y técnicas de análisis para la obtención de la evaluación de tierras para el departamento del Tolima.

Los métodos de evaluación multicriterio son frecuentemente integrados en un SIG ya que permite la obtención de mapas continuos de aptitud fundamental para la posterior planificación espacial de los tipos de usos del suelo. El análisis multicriterio proporciona el marco adecuado para la integración de los distintos factores tales como físico biótico, socioeconómico y socioecosistémico que intervienen en la evaluación de tierras para determinar la aptitud del suelo para cada uso (Rivera & Rodríguez, 2011). Existen diversas técnicas de evaluación multicriterio aplicables para evaluar la aptitud de la tierra para un tipo de uso del suelo, entre las cuales se tiene el Proceso Analítico Jerárquico -AHP, (*Analytic Hierarchy Process*).

Proceso Analítico Jerárquico

Para fijar el peso de cada criterio dado en un TUT en la decisión final, se utilizó la metodología propuesta por Saaty, (1977). Consiste en estimar el vector de pesos de los criterios con el autovector que corresponde al autovalor más grande de la Matriz de Comparación de Pares –MCP-. Cada entrada de la MCP representa la importancia relativa entre cada par de criterios según un experto, es decir, la entrada a_{ij} es la importancia del criterio i con respecto al criterio j . Estas importancias son asignadas de acuerdo a la escala que se presenta en la Tabla 35.

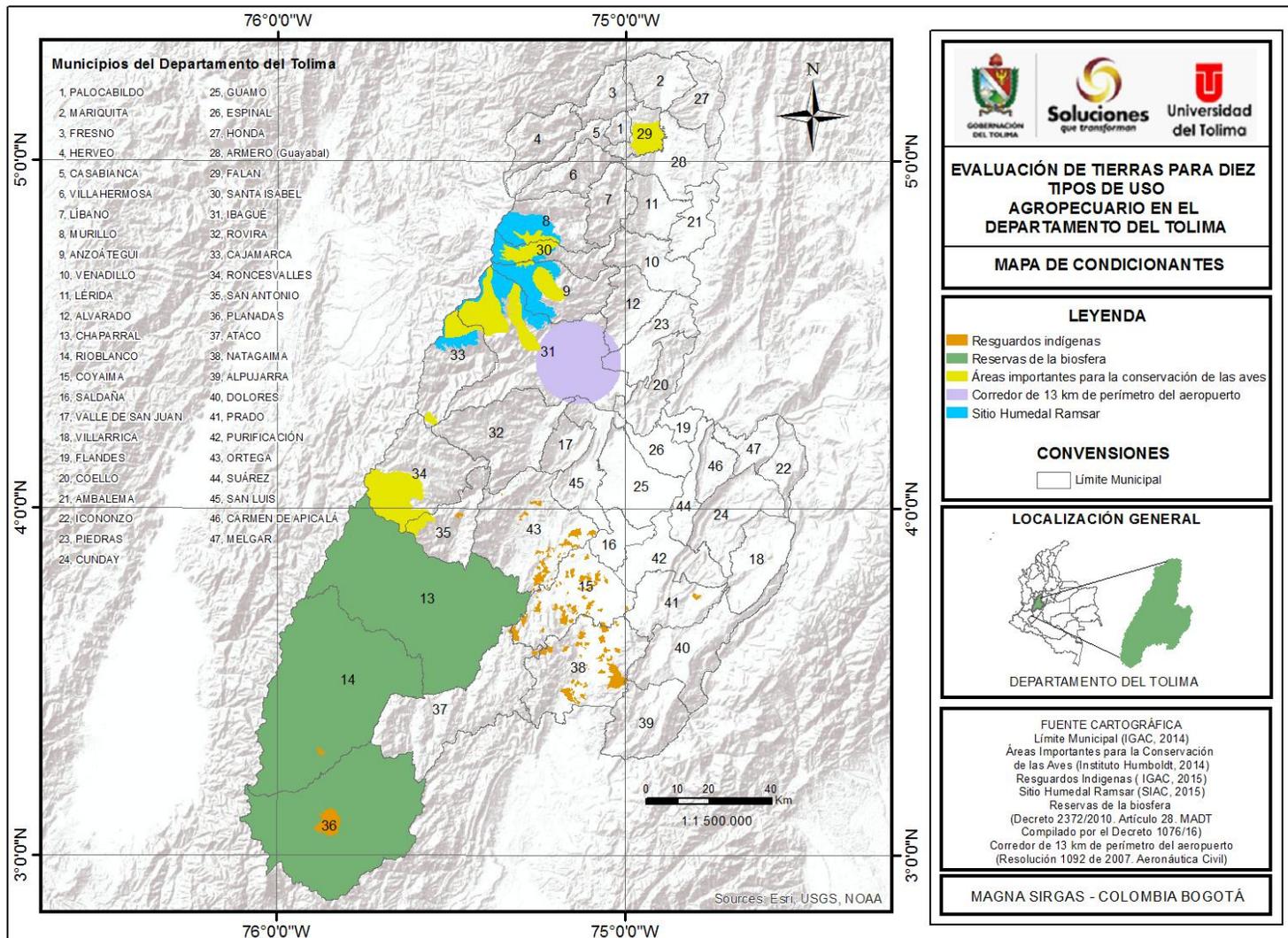


Figura 20. Distribución espacial de los condicionantes ambientales para el departamento del Tolima.

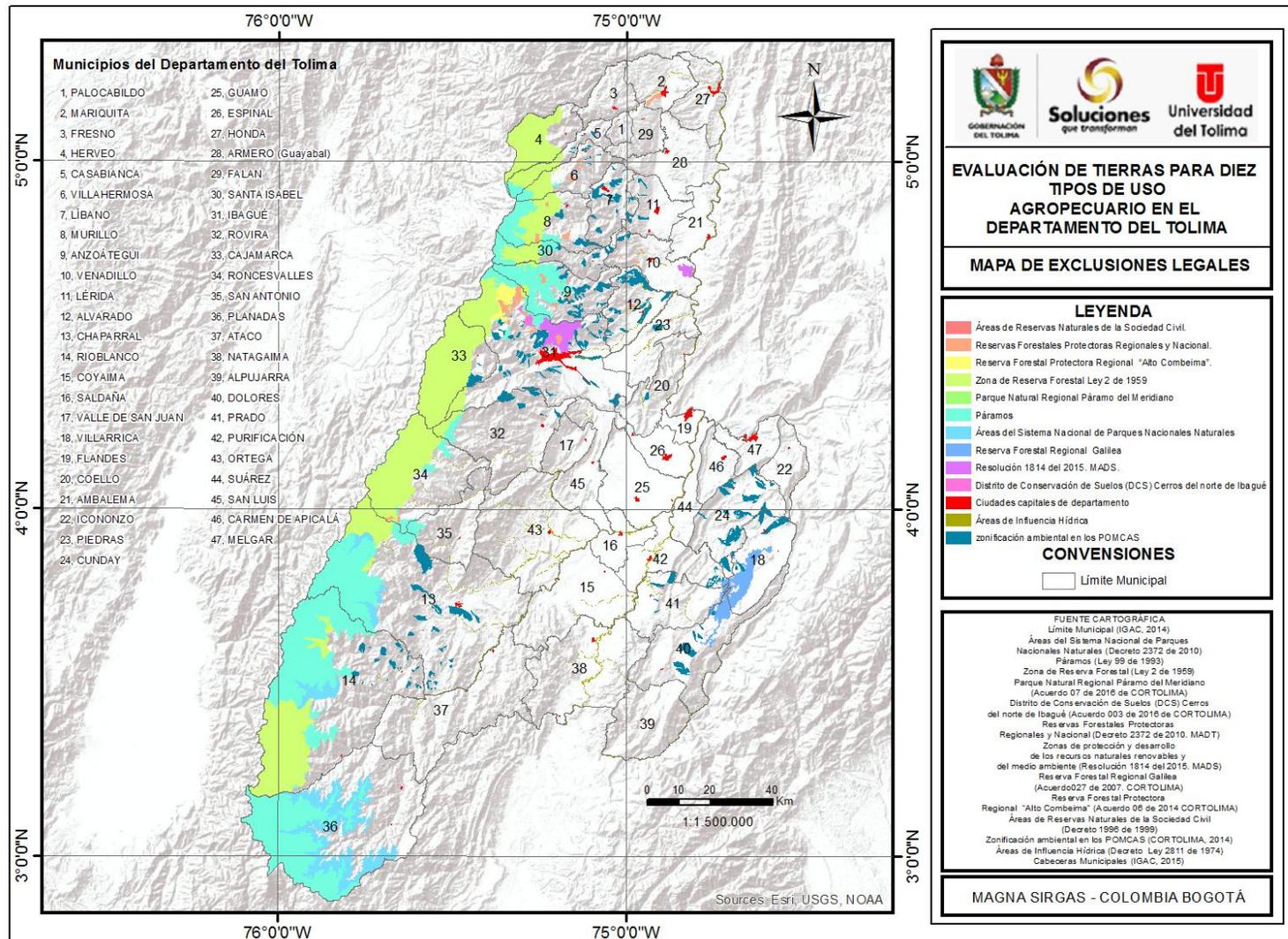


Figura 21. Distribución espacial de las exclusiones legales para los diez TUT agropecuaria, para el departamento del Tolima.

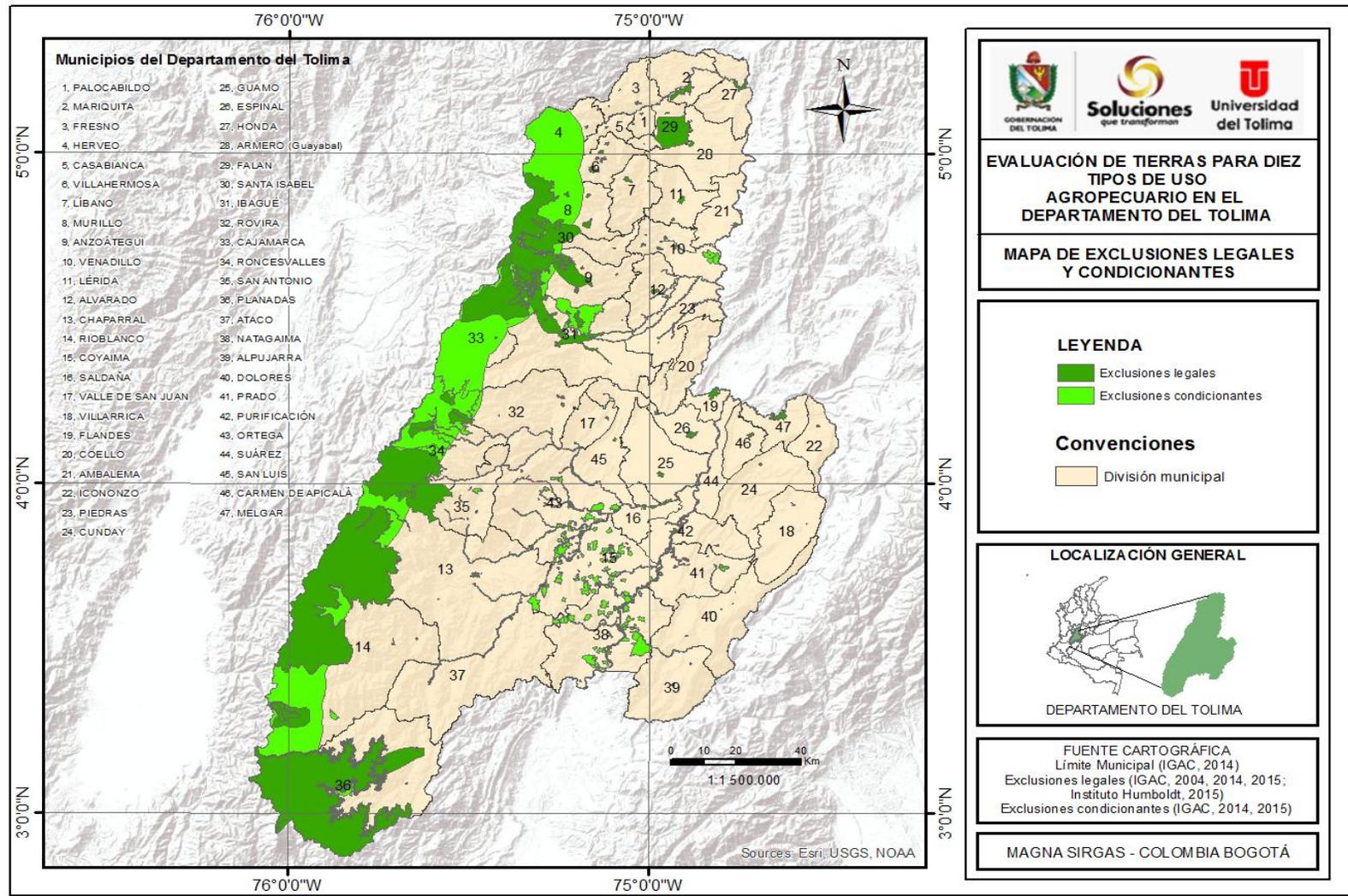


Figura 22. Distribución espacial de los condicionantes y exclusiones legales para el departamento del Tolima.

Tabla 35. Valoración de ponderación para los juicios de valor para la evaluación de tierras del departamento del Tolima

Importancia relativa	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Las dos actividades contribuyen en igual medida al propósito
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen moderadamente una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Importancia demostrada	Una actividad es favorecida fuertemente y su dominancia es demostrada en la práctica
9	Importancia absoluta	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra es del mayor orden de afirmación posible
Recíprocos	Si se le asigna uno de los números de arriba a la actividad i cuando se le compara con la actividad j, a la actividad j se le asigna el valor recíproco cuando se le compara con la actividad i.	

Fuente. (Saaty, 1977)

Para mejorar la exactitud de las estimaciones, Saaty (1977) también propone que los expertos den sus criterios a_{ij} para $i > j$, es decir, que le asignen valores a la parte triangular superior de la MCP, y que a las demás entradas se les asigne $a_{ji} = 1/a_{ij}$, lo que se traduce en que la importancia relativa del criterio j con respecto al i es el recíproco de la importancia del criterio i con respecto al j. En esta matriz, se requiere que la MCP cumpliera con una condición llamada consistencia ordinal –CO-, también conocida como transitividad. Es la condición por la cual si un experto prefiere un primer criterio sobre un segundo y a su vez prefiere este sobre un tercero, también debe preferir al primero sobre el tercero. Esto en términos de la MCP se traduce en que si $a_{ij} \geq a_{jk}$, entonces debe suceder que $a_{ij} \geq a_{ik}$ para cualesquiera tres entradas de la MCP. Esta condición refleja el hecho intuitivo de que los expertos deben ser consecuentes con sus preferencias.

Existen otras medidas como la tasa de consistencia propuesta por (Saaty, 1977), y la medida de consistencia propuesta por (Koczkodaj, 1993) y la congruencia, propuesta por (Siraj, 2011). Estas medidas buscan cuantificar otro tipo de consistencia, llamada consistencia cardinal. A diferencia de las medidas de CO, las medidas de consistencia cardinal (CC) buscan capturar la relación cuantitativa entre juicios directos e indirectos, es decir, la relación numérica que existen entre el juicio que compara dos criterios y la que se puede inferir sobre esta al utilizar un tercero. Formalmente y en situaciones en las que tiene sentido hablar de que un criterio i es un número de veces preferible al j, se debería cumplir para cualesquiera tres entradas de la MCP que $a_{ij} = a_{ik}a_{kj}$. A pesar de esto y como escribe Saaty

(1977), exigir CC no tiene sentido en muchas situaciones en las que se comparan criterios intangibles, las preferencias de las personas no suelen seguir fórmulas matemáticas y la utilización de la escala de la Tabla 36, impide forzar esta condición. Por esta razón no se considera como objetivo mejorar las medidas de CC y tampoco utilizar métodos de estimación del vector de importancias que utilizaran este hecho (Siraj, 2011)

Para realizar el proceso de recolección de los juicios de los expertos y la estimación de las importancias se utilizó el programa PriEsT (Priority Estimation Tool) (Siraj, 2011) que ofrece herramientas para la elaboración y revisión de la MCP así como una implementación del estimador propuesto por Saaty (1977) para los pesos de cada criterio existe una ponderación de juicios como se presenta en la Tabla 36. La utilización del programa permitió asistir a los expertos en la elaboración de la MCP y la evaluación de la CO.

Cuando las prioridades de los elementos en cada nivel se tienen definidas, se agregan para obtener las prioridades globales frente al objetivo principal. Los resultados frente a las alternativas se convierten entonces en un importante elemento de soporte para quien debe tomar la decisión. De acuerdo a la evaluación de tierra para determinar la aptitud para cada TUT, se definieron cuatro categorías de aptitud como se presenta en la Tabla 36.

Tabla 36. Categorías de aptitud de evaluación de Tierras para los TUT priorizados para el departamento del Tolima.

Categorías	Clase	Definición
A1	Apto. Zonas con aptitud alta para la producción de cualquier TUT evaluado.	Zonas aptas desde el punto de vista físico, socio-ecosistémico y socioeconómico
A2	Medianamente apto Zona con aptitud media para la producción de cualquier TUT evaluado.	Zonas con limitaciones media desde el punto de vista físico, socioecosistémico o socioeconómico
A3	Marginalmente apto. Zona con aptitud marginal para la producción de cualquier TUT evaluado.	Zonas con limitaciones altas de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con inversiones y desarrollo tecnológicos. Acuerdos
N1	No apto Zona no apta o exclusión técnicas	Zonas con restricciones de tipo físico biótico, socioecosistémico y socioeconómico que impiden el desarrollo de la actividad
Exclusiones		
	Exclusión legal (Determinantes ambientales)	Zonas con restricciones legales que impiden el desarrollo de cualquier TUT evaluado

Condicionantes		
	Condicionante legales	Zonas que independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y ambiental para el desarrollo de cualquier TUT evaluado
C1		

3.6.5 Evaluación financiera y económica

Se determinó las áreas aptas para cada TUT, con base en la clasificación de la tierra según su aptitud de acuerdo la componente biofísico, socioeconómico y el socioecosistémico. Una vez obtenido se realizó la evaluación financiera y económica, por lo que se estimaron los costos de establecimiento, producción y rendimientos por hectárea, según el TUT. Igualmente se determinó 12 años como periodo de evaluación y el costo del capital (Anexo 1).

4. RESULTADOS

4.1 COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO

Subcomponente clima

Procesamiento y análisis de la información

A partir de registros climáticos (1923-2015) facilitados por el IDEAM se construyó una base de datos con información hidrometeorológica. Por una parte, los datos de precipitación se obtuvieron de 221 estaciones pluviométricas .Figura 23 a, y por otra parte, los datos de temperatura, humedad, brillo solar y viento fueron suministrados por 69 estaciones climatológicas. Figura 23 b. Finalmente, los datos de caudal provenían de una red de 84 estaciones limnimétricas localizadas a lo largo del territorio del Tolima. Figuran 23 c.

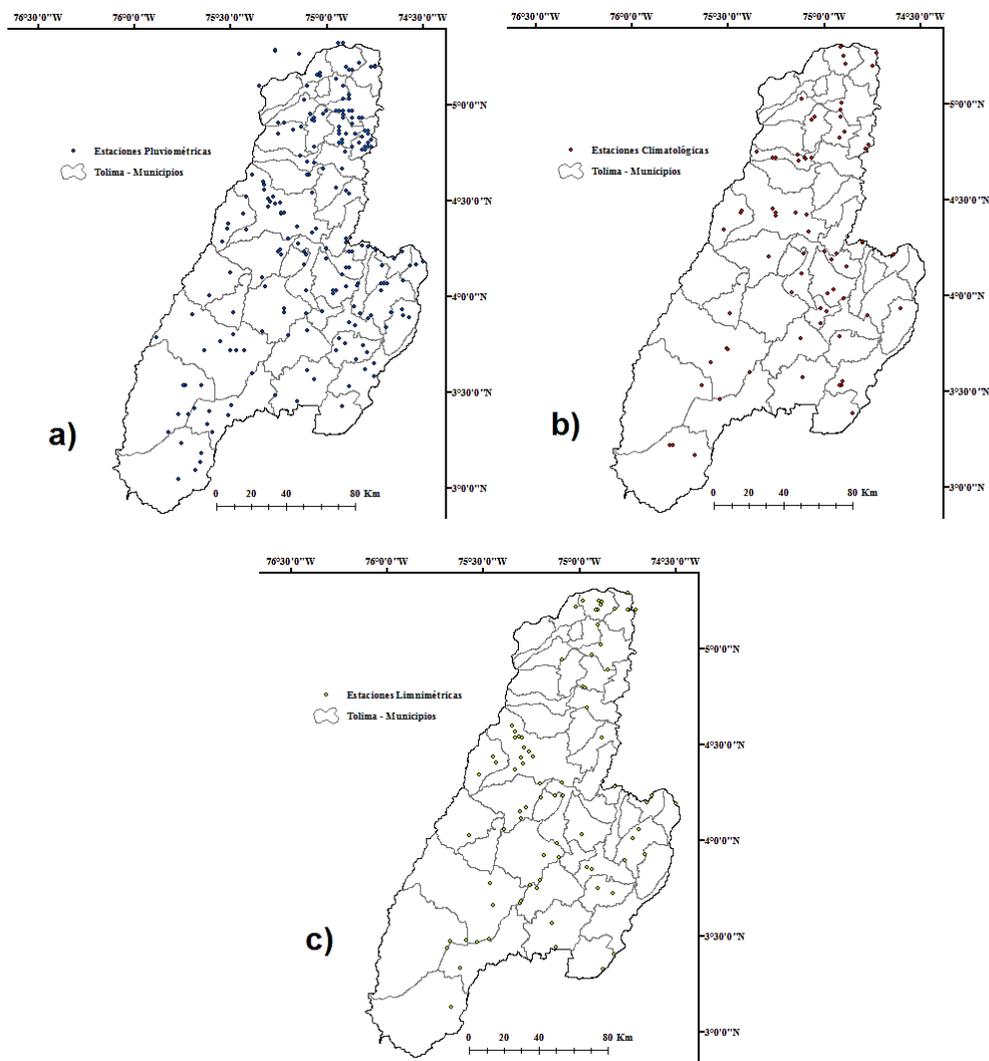


Figura 23. Localización de las estaciones hidrometeorológicas para el departamento del Tolima.

Fuente: IDEAM

Los registros climáticos provenían de 13 instituciones, donde los mayores registros son del IDEAM con 262 estaciones, seguido a los aportes realizados por la Federación Nacional de Cafeteros y el IGAC, con 30 y 23 estaciones, respectivamente. Tabla 37. En total se obtuvo la información climática de 374 estaciones meteorológicas distribuidas espacialmente sobre el departamento del Tolima. Figura 24. Estaciones: Figura 24a. Estaciones Pluviométricas, Figura 24b. Temperatura media, Figura 24c. Temperatura máxima, Figura 24d. Temperatura mínima, Figura 24e. Caudal. Figura 24f. Brillo solar

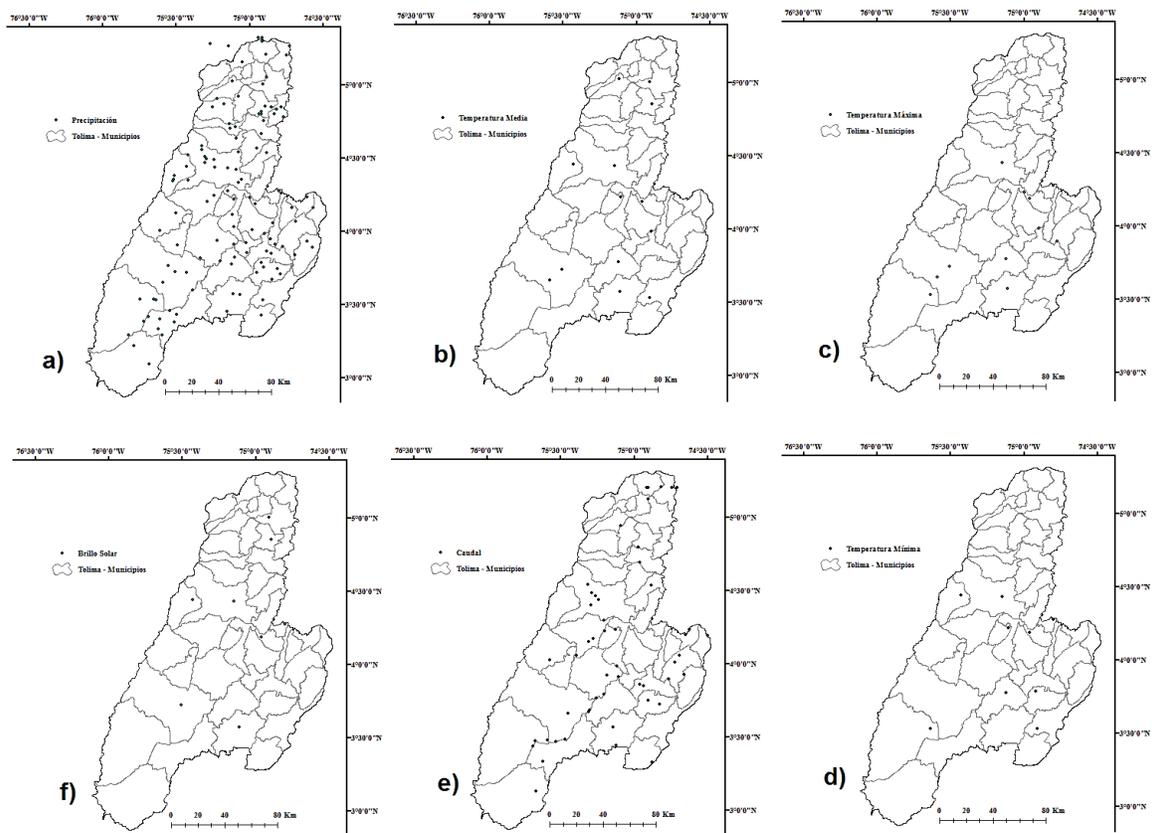


Figura 24. Distribución espacial de las estaciones seleccionadas para el departamento del Tolima.

Fuente: Autores de la investigación (2016).

Tabla 37. Número de estaciones aportadas por entidad

Entidad	Número de estaciones
CAR - Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	1
Central Hidroeléctrica de Caldas S.A.	5
Compañía Colombiana de Tabaco	1
Empresa Colombiana de Aeródromos	1
Estaciones Particulares	2
Federación Nacional de Cafeteros	30
Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (Electraguas)	10
Instituto Colombiano de la Reforma Agraria	7
Instituto de Fomento Algodonero	17
Instituto Geográfico Agustín Codazzi	23
Ministerio de Agricultura	12

Entidad	Número de estaciones
Ministerio de La Economía	3
Subtotal	112
IDEAM	262
Total	374

Fuente: Autores de la investigación (2016).

El procesamiento de la información climática (detección y eliminación de *outliers* y estimación de datos faltantes *gaps*), permitió consolidar una base de datos confiable y libre de anomalías generadas por errores sistemáticos o humanos. Por tanto, se obtuvo un periodo climático homogéneo de 20 años (1993 – 2013) con una red de 210 estaciones. Esta red estaba distribuida a lo largo del departamento del Tolima, en la Tabla 38, se presenta las estaciones seleccionadas para el análisis del clima.

Tabla 38. Estaciones seleccionadas por variable para el departamento del Tolima.

Variable	Número de estaciones	Periodos
Precipitación	119	1993 – 2013
Temperatura Media	13	
Temperatura Máxima	11	
Temperatura Mínima	9	
Brillo Solar	8	
Caudal	52	

Fuente: Autores de la investigación (2016).

Caracterización del Clima Ambiental

4.1.1 Altitud

La altitud del departamento se obtuvo del Modelo de elevación Digital –DEM– obtenidos del proyecto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) de la Agencia Espacial de Estados Unidos (NASA), utiliza una resolución espacial de 3 arc-segundos (92 m, aprox.). Una vez proyectado DEM, en el SIG, se obtuvo la representación visual y matemática de los valores de altura para el departamento. Figura 25.

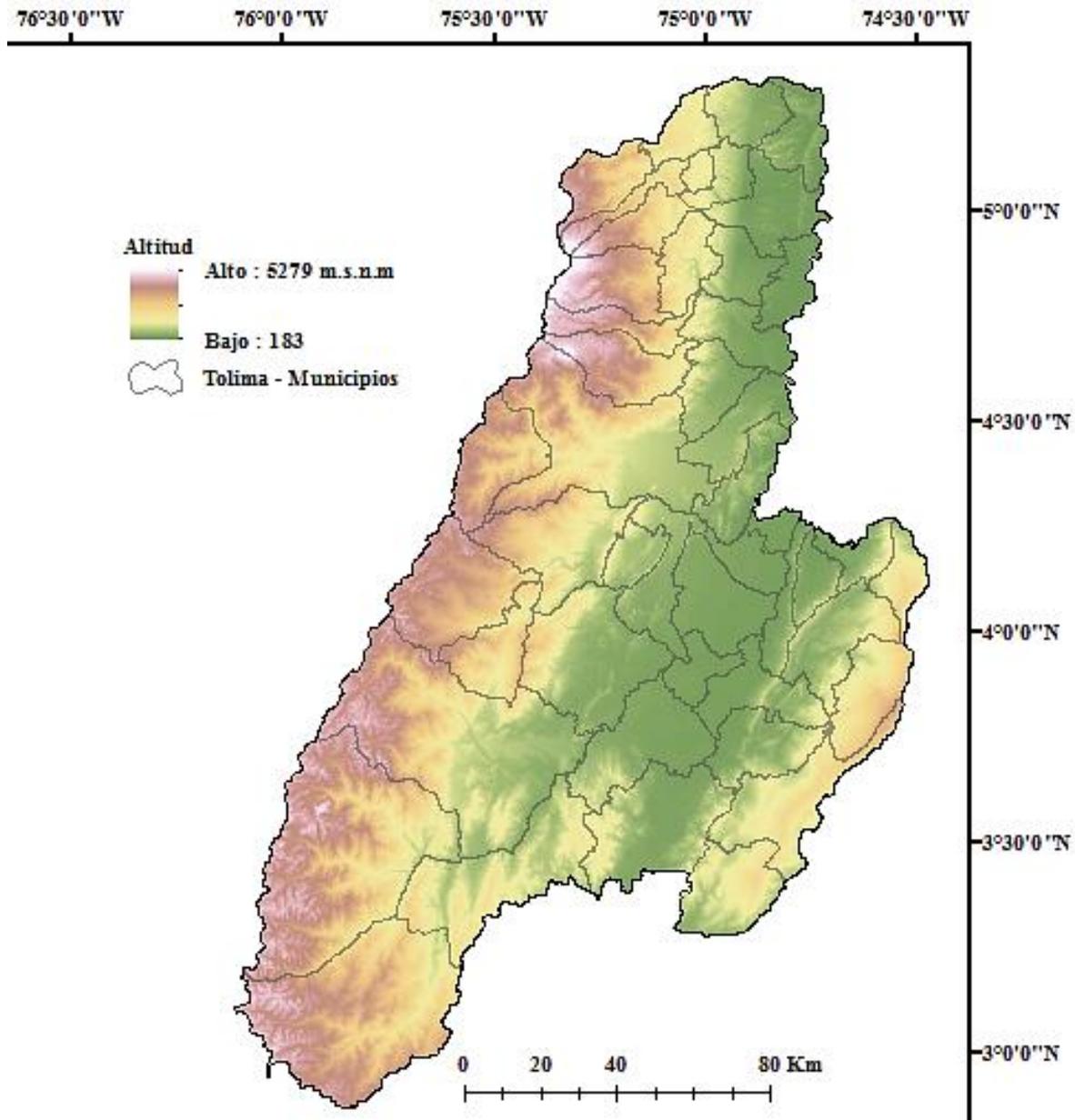


Figura 25. Modelo de Elevación Digital para el departamento del Tolima
 Fuente: Autores de la investigación (2016).

El departamento del Tolima, presenta altitudes que varía entre los 183 a 5.279 msnm. El departamento cuenta con grandes masas montañosas en su margen occidental (Cordillera central y Parque Nacional de los Nevados) y su margen oriental (Cordillera oriental). Asimismo, cuenta con zonas de baja montaña al centro y nororiente, destacándose la meseta o abanico de Ibagué donde predominan los sistemas de producción de arroz, los cuales se catalogan como unidades de agrícola intensiva.

4.1.2 Precipitación.

Se obtuvo la precipitación mensual observada durante el periodo homogéneo de 20 años y por lo que se calculó la precipitación media mensual multianual del departamento del Tolima- Figura 26. La distribución de las lluvias en el departamento del Tolima se presenta de forma bimodal, lo cual es característico de la región Andina. El primer pico de lluvias corresponde al mes de abril (231.76 mm) y el segundo pico al mes de octubre (230.54 mm). Por otra parte, la primera estación seca ocurre entre los meses de diciembre y febrero (precipitaciones entre 110 y 150 mm) y la segunda estación seca se registra entre los meses de junio y agosto (precipitaciones entre (80 y 110 mm).

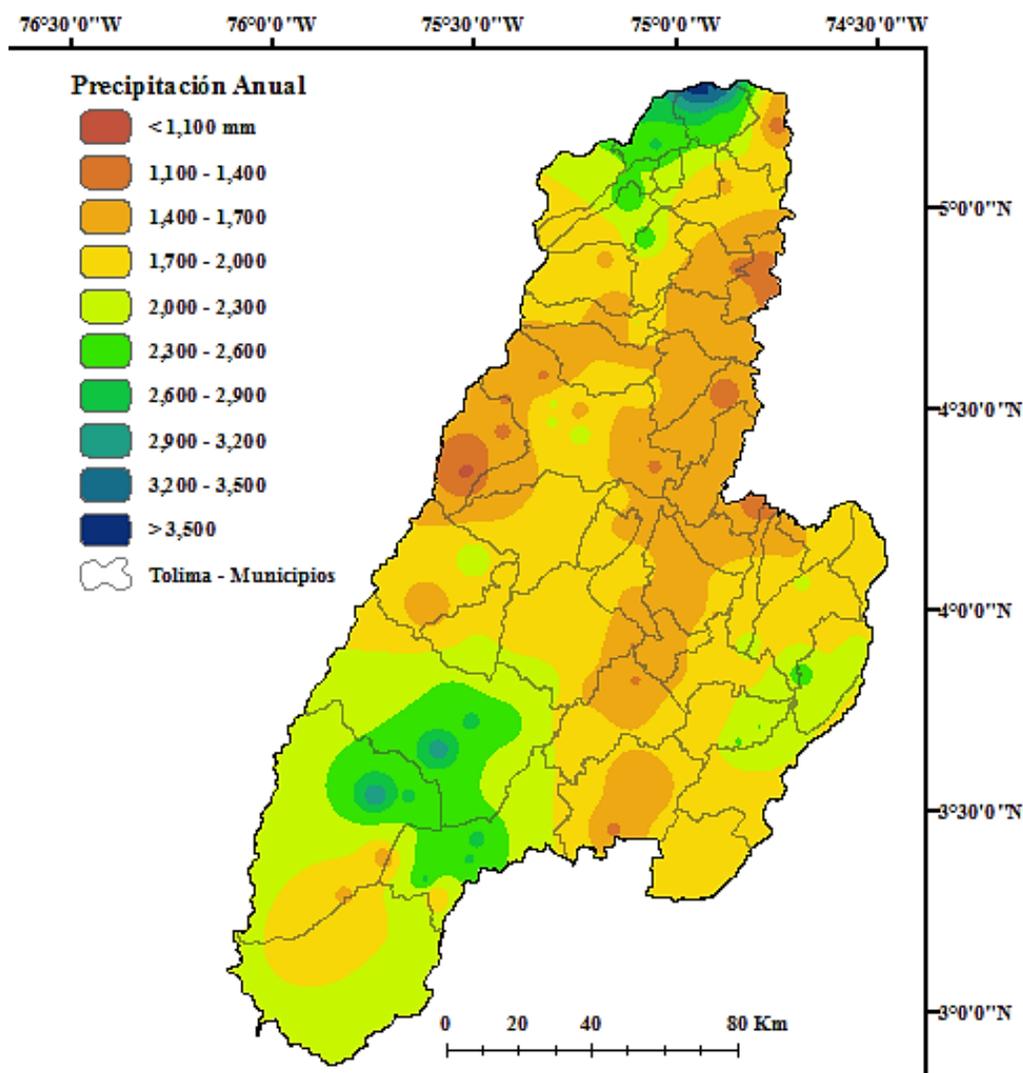


Figura 26. Precipitación total anual para el departamento del Tolima
Fuente: Autores de la investigación (2016).

Se aplicaron los modelos de interpolación de *Kriging* e *Inverse Distance Weighting (IDW)*, para conocer la distribución espacial de la variable evaluada Figura 27, Los dos modelos de interpolación sobreestimaron los valores cuando la precipitación observada alcanzó 160 mm.

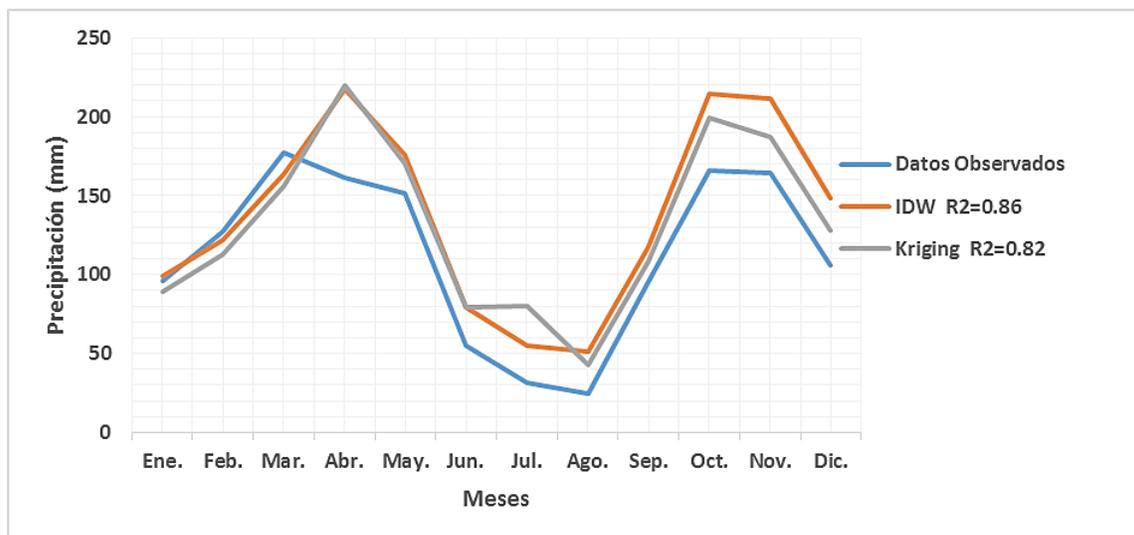


Figura 27. Comportamiento modelo de interpolación vs, valores observados
Fuente: Autores de la investigación (2016).

Como se observa, los valores estimados por los métodos de interpolación con respecto a los observados presentan grandes discrepancias como modelos de predicción. Sin embargo, el coeficiente determinístico es elevado para las dos herramientas, que indica un comportamiento homólogo en la validación. El método IDW presentó la mayor correlación ($R^2=0,86$).

Con el fin de contemplar la información a mayor detalle, se recrearon escenarios de lluvia para cada uno de los meses del año y así conocer la distribución temporal de la variable. El escenario de precipitación mensual fue el elemento evaluador de la disponibilidad hídrica natural para cada uno de los TUT. La evaluación de disponibilidad hídrica se realizó durante el periodo de cultivo de cada TUT.

En el departamento del Tolima la precipitación anual es variable. Existen zonas muy húmedas con precipitaciones entre los 2300 y 3500 mm año⁻¹, localizadas por una parte, al norte del departamento en los municipios de Mariquita, Fresno, Palocabildo y Casabianca y por otra parte, al sur en los municipios de Rioblanco, Chaparral y Ataco. Mientras que en zonas de baja montaña y algunos municipios de alta montaña como Cajamarca, Ibagué y parte de Anzoátegui, las precipitaciones oscilan entre 1050 y 1700 mm año⁻¹.

4.1.3 Temperatura del aire.

Los promedios mensuales multianuales de temperatura del aire se calcularon mediante la metodología propuesta en Fries et. al., (2009), se utilizaron los gradientes verticales de temperatura imperantes sobre el departamento del Tolima. Tabla 39. Estos gradientes fueron calculados en base a la relación lineal Temperatura – Altitud

Tabla 39. Gradientes altitudinales mensuales para el departamento del Tolima

Meses	Gradiente vertical de temperatura (γ)
Enero	-0,0064
Febrero	-0,0064
Marzo	-0,0062
Abril	-0,0059
Mayo	-0,0058
Junio	-0,0061
Julio	-0,0066
Agosto	-0,0069
Septiembre	-0,0066
Octubre	-0,0061
Noviembre	-0,0059
Diciembre	-0,006

Fuente: Autores de la investigación (2016).

Integra la variable altitudinal –DEM- al modelo de temperatura y en base a los gradientes térmicos, se generó la respectiva estimación termométrica para el departamento, se partió de los respectivos análisis de regresión lineal Figura 28.

Se muestra gran variabilidad térmica en el departamento del Tolima. Esta variabilidad se debe a la heterogeneidad del relieve que genera diferencias altitudinales. Las zonas con temperaturas anuales por encima de los 26 °C se encuentran en los valles, con alturas entre los 183 y 1.200 msnm, entre las cordilleras central y occidental. Mientras que, las zonas de alta montaña presentan temperaturas por debajo de los 17 °C y zonas de páramos y nevados registran temperaturas medias anuales por debajo de los 5 °C.

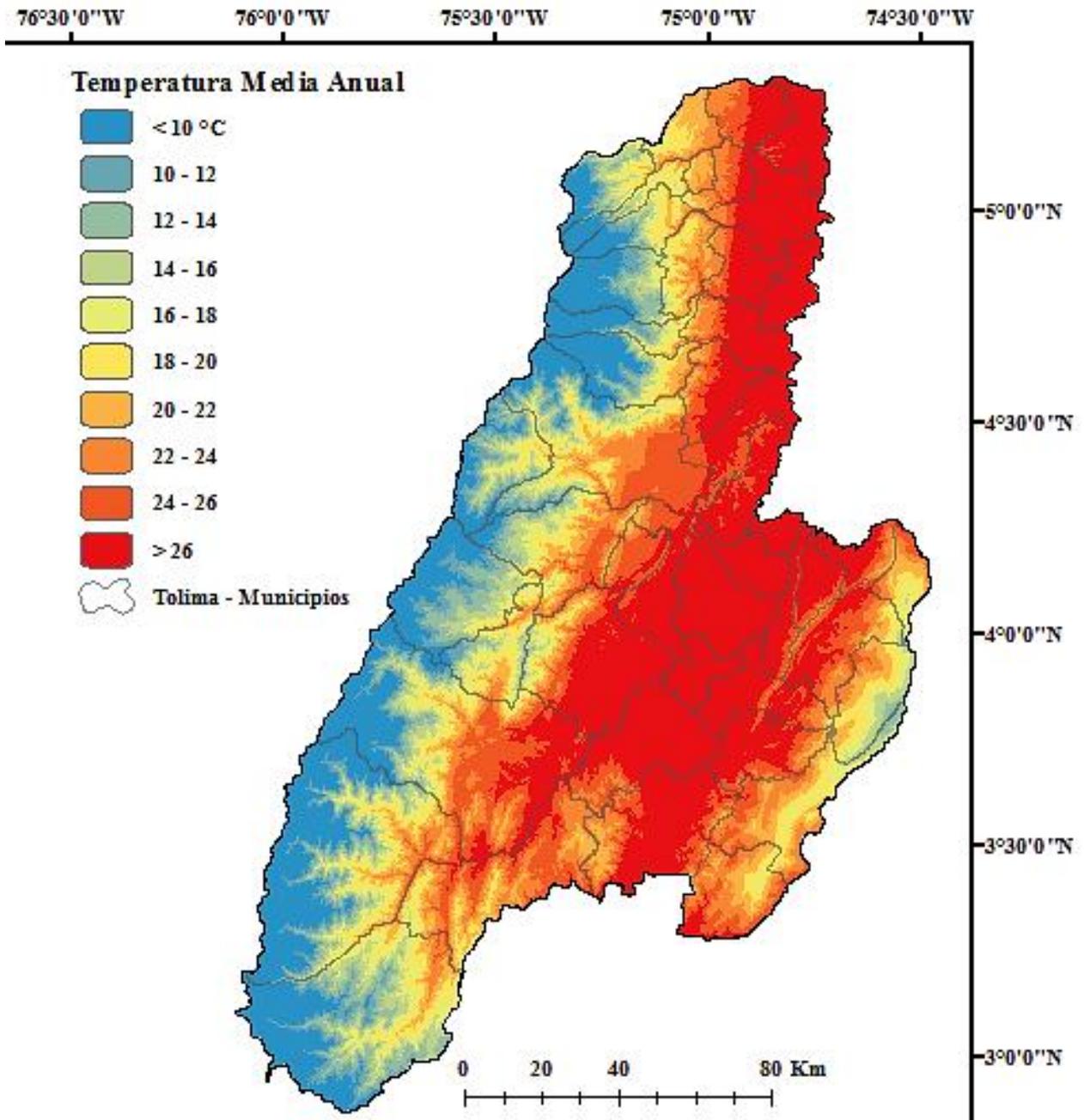


Figura 28. Estimación termométrica para el departamento del Tolima
Fuente: Autores de la investigación (2016).

4.1.4 Humedad relativa del aire

El cálculo de la humedad relativa media mensual se desarrolló a partir de los registros históricos de temperatura máxima y mínima tomados de las redes de monitoreo climático para el departamento, se siguió la metodología descrita en Allen et al. (1998). Al igual que en el cálculo de la temperatura media, los valores máximos

y mínimos de humedad relativa se rigen por el mismo gradiente vertical relacionado en la Tabla 39. Adicionalmente, los valores estimados de humedad relativa media mensual se ajustaron mediante series disponibles o valores observados.

Según la metodología de Allen et al. (1998), la humedad relativa se relaciona con la tensión de saturación de vapor (e^o) y la tensión de vapor actual (e_a), esta última condicionada por la temperatura a punto de rocío (T_r) que corresponde a la temperatura mínima para este estudio. Una vez calculados los valores de humedad relativa media mensual multianual para cada estación, se procedió a elaborar el mapa de humedad para conocer su distribución espacial para el departamento Figura 29.

Se muestra que el departamento del Tolima presenta un alto índice de humedad del aire (todos los valores por encima del 76%). Esta humedad es constante en el territorio ya que los valores medios sólo oscilan entre el 76 y 80%. Las zonas contiguas a las cordilleras Occidental y Oriental presentan mayor humedad gracias a la influencia de grandes fuentes hídricas como lo es el río Magdalena y sus afluentes. En este caso, las altas temperaturas propias del valle, imperantes sobre fuentes importantes de evaporación, permiten mayores concentraciones de vapor en la atmosfera, lo que aumenta la humedad relativa del aire.

Los municipios de Dolores y Alpujarra presentan la humedad más alta del departamento, con valores mayores al 79%. Mientras que la zona nororiental del departamento presenta valores ligeramente menores (76-78%).

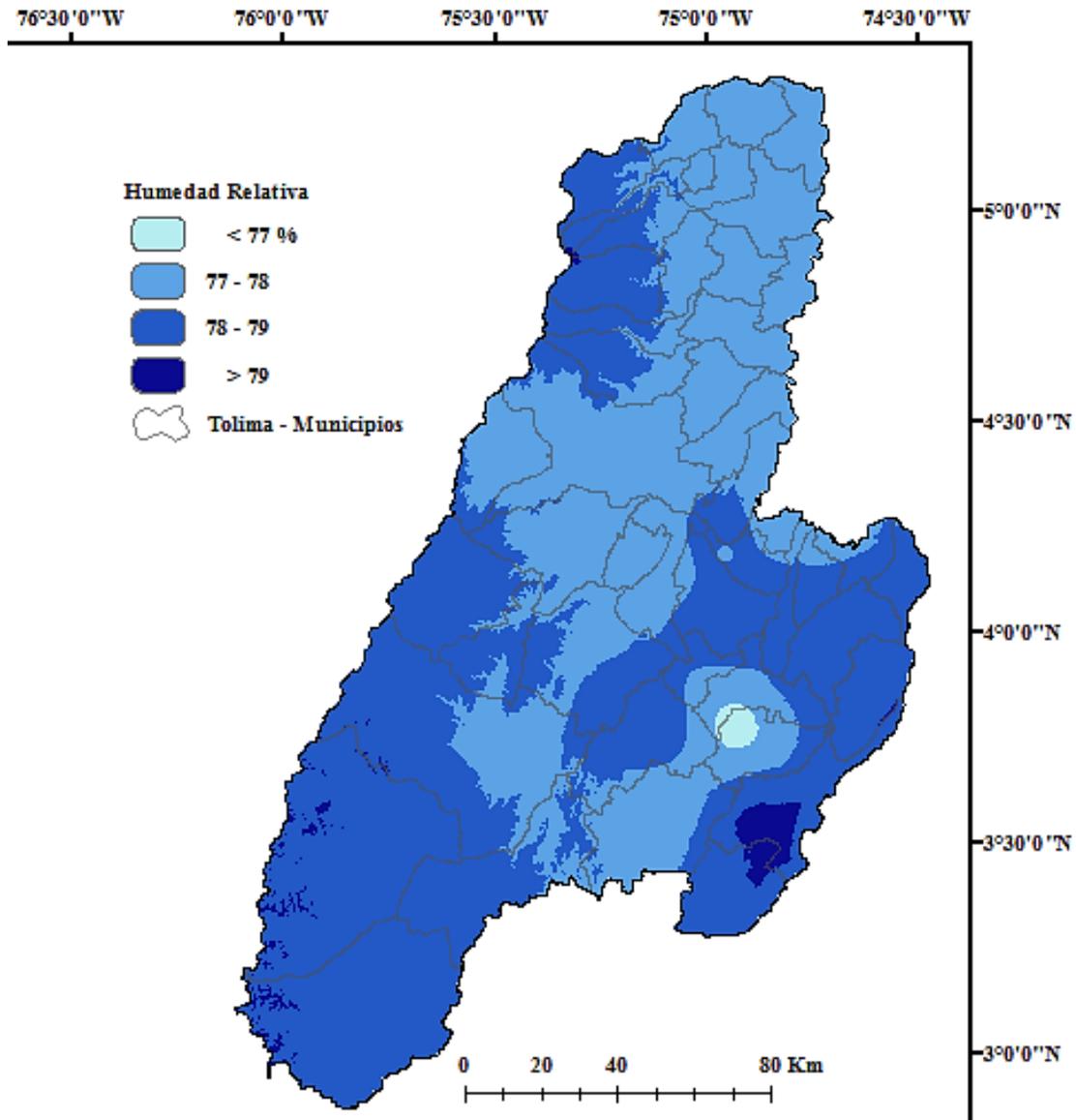


Figura 29. Humedad relativa del aire media anual para el departamento del Tolima. Fuente: Autores de la investigación (2016).

4.1.5 Brillo solar - horas luz.

Las series homogéneas medidas (valores n observados) no estuvieron bien distribuidas a lo largo del departamento. Por lo tanto, se elaboraron series homogéneas calculadas (valores n calculados), se utilizó la metodología desarrollada en Abdel-Wahed y Snyder (2015). Este método expone la relación directa de horas luz con respecto a la temperatura media de una zona determinada. Así, para cada estación con valores no disponibles, se desarrolló una ecuación de cálculo de valores promedio de horas luz diaria (n) para cada mes como se presenta en la Tabla 40.

Tabla 40. Modelos matemáticos para el cálculo de horas luz

Mes	Ecuación	R ²
Enero	$n = 1,6261 + 0,1804 T$	0,74
Febrero	$n = 2,0205 + 0,1435 T$	0,66
Marzo	$n = 1,8125 + 0,1247 T$	0,71
Abril	$n = 0,4778 + 0,1771 T$	0,85
Mayo	$n = 0,1142 + 0,2056 T$	0,88
Junio	$n = 0,389 + 0,2102 T$	0,85
Julio	$n = 0,412 + 0,2248 T$	0,82
Agosto	$n = 0,5512 + 0,2151 T$	0,83
Septiembre	$n = 0,5883 + 0,1975 T$	0,89
Octubre	$n = 1,0483 + 0,1816 T$	0,83
Noviembre	$n = 0,073 + 0,2193 T$	0,76
Diciembre	$n = 2,1384 + 0,15 T$	0,67

Fuente: Autores de la investigación (2016).

Debido al bajo número de estaciones que proporcionan datos de horas luz sobre el departamento del Tolima, el ajuste de los modelos resultó ligeramente bajo ($R^2 < 0,8$) para el 42% de la información. Finalmente, todos los valores fueron utilizados para representar gráficamente el promedio de horas luz efectiva al año para el departamento. Figura 30, variable importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas en su periodo de cultivo.

La relación es directamente proporcional entre la temperatura y el número de horas luz efectiva (Abdel-Wahed y Snyder, 2015), lo que permite suponer que “a mayor temperatura, mayor tiempo de radiación incidente”. Por esta razón, las horas de radiación son mayores en zonas de baja montaña. Para el departamento del Tolima, esta iluminación o radiación incidente (valores n) se presenta con un mayor rango temporal al nororiente (Honda, Armero, Lérída, Ambalema, Venadillo), centro (Flandes) y suroriente (Natagaima, Coyaima, Saldaña, Prado) del territorio, con valores mayores a 6 horas luz promedio. Mientras que en las zonas de páramo (cordillera central y oriental) las horas luz oscilan entre 1 y 3 horas.

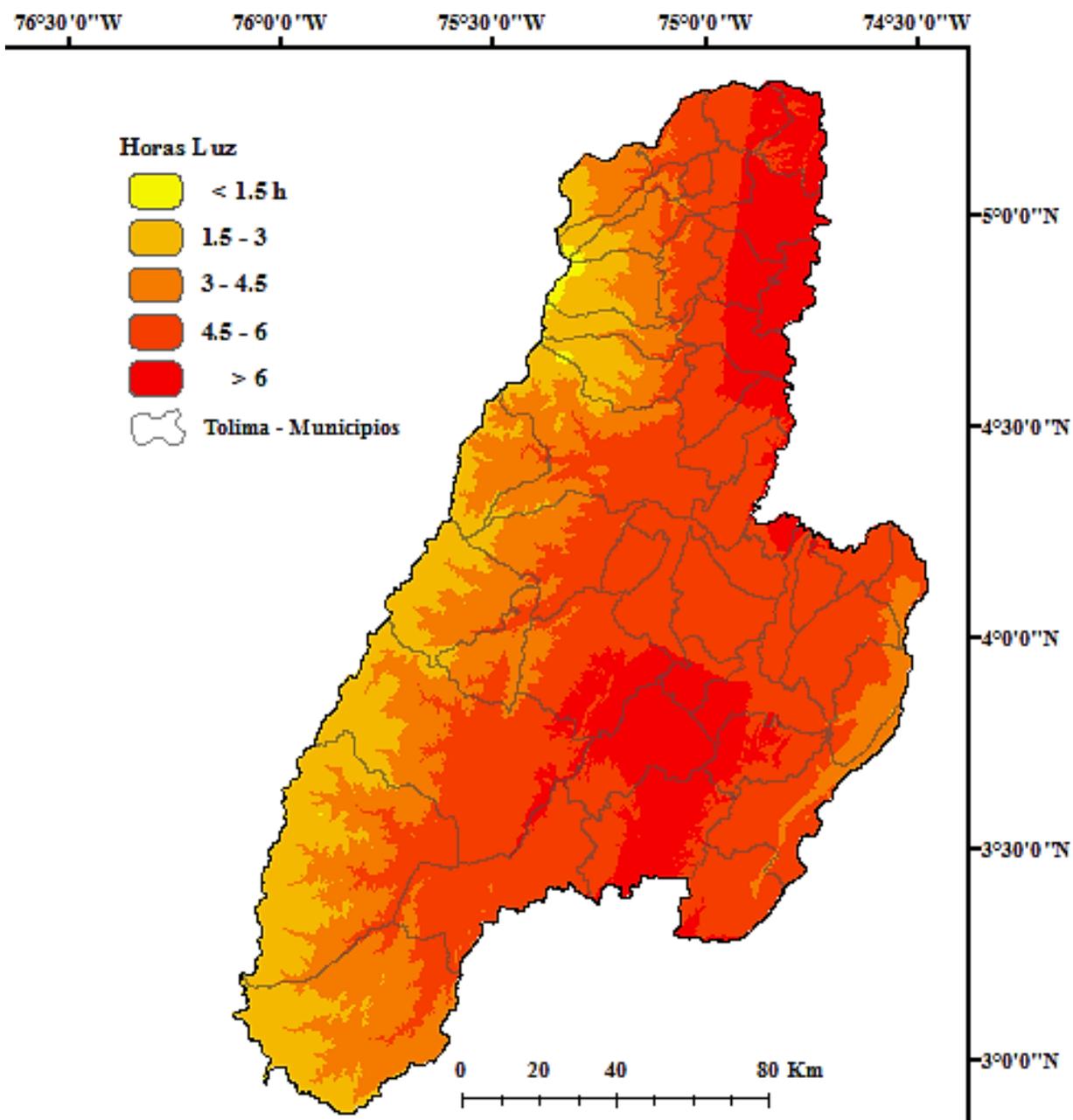


Figura 30. Horas luz promedio anual para el departamento del Tolima
 Fuente: Autores de la investigación (2016).

Evapotranspiración de Referencia.

En este trabajo se implementó el método FAO-Penman Monteith (Allen et al., 1998) para estimar la Evapotranspiración de Referencia (ET_0), integra variables como la velocidad del viento (estandarizada a 2 m s^{-1}) y la radiación extraterrestre correspondiente a cada día del año (posición latitudinal del departamento). Estas variables se calcularon en el SIG, para conocer la ET_0 en mm día, luego se sumaron los milímetros evaporados durante cada año y finalmente, se promediaron los valores calculados para todo el periodo de 20 años. Figura 31

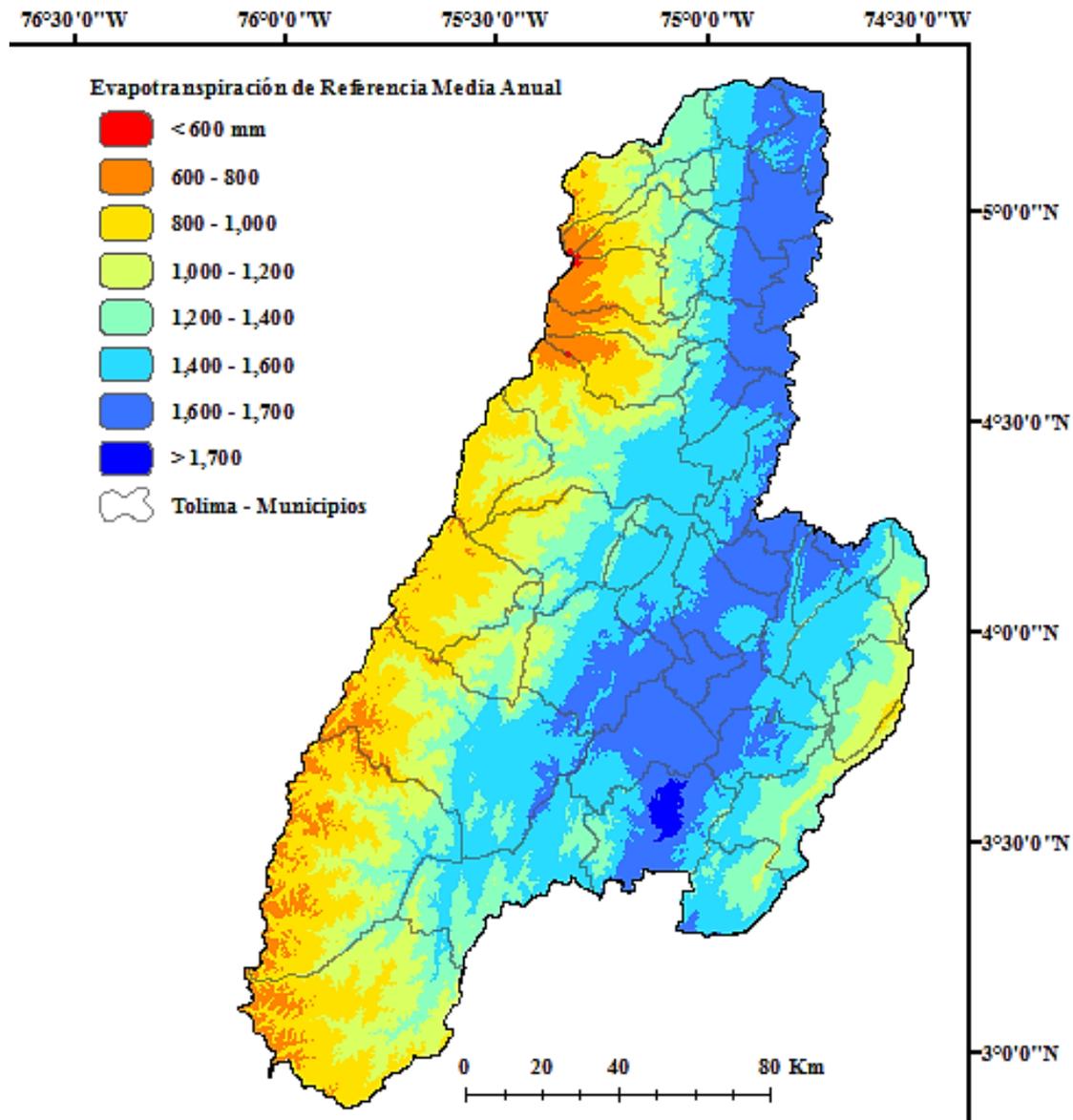


Figura 31. Evapotranspiración de referencia media anual para el departamento del Tolima

Fuente: Autores de la investigación (2016).

Los mayores volúmenes de agua evaporada hacia la atmosfera se generaron en los municipios de Honda, Armero, Lérica, Ambalema y Venadillo hacia el nororiente. Igualmente en los municipios del centro (Flandes, Espinal y Guamo y Coyaima) y suroriente del departamento (Saldaña y Prado), con valores entre los 1600 y 1700 mm año⁻¹. El municipio de Natagaima presentó los mayores índices del Tolima con volúmenes por encima de los 1700 mm año⁻¹.

En contraste, municipios cercanos a las vertientes montañosas (Líbano, Murillo, Santa Isabel y Anzoátegui) presentaron bajos niveles de evaporación $ET_0 < 600$ mm año⁻¹.

Balance Hídrico Atmosférico.

La metodología formulada en Unesco (1982) expresa el balance hídrico como la igualdad entre la entrada natural de agua vía precipitación y la salida de agua vía evaporación desde el suelo y transpiración, toma como escenario de balance la superficie terrestre (ENA, 2010). En este trabajo, la salida de agua se refirió a la ET_0 anual calculada para todo el departamento.

Para conocer el comportamiento, distribución y disponibilidad del recurso hídrico, se representó el resultado del balance hídrico como se muestra en la Figura 32, de esta manera se estableció la oferta hídrica para el departamento.

La relación volumétrica hídrica anual en el departamento del Tolima mostró zonas con déficit de humedad, donde la precipitación superó la ET_0 . Estas zonas espacialmente hacen parte de los municipios de Ambalema, Venadillo, Alvarado, Piedras, Flandes, Natagaima y Coyaima con valores críticos de 0 mm (estado de equilibrio) a menores de -200 mm al año (estado de déficit).

Igualmente se encuentra que gran parte del departamento (zona central) se encuentra con excesos de humedad que oscilan entre 200 y 1000 mm año⁻¹. Estos excesos son mayores (entre 1000 y 2000 mm año⁻¹) en la zona norte en los municipios de Mariquita, Fresno, Herveo, Casabianca), en la zona sur en Chaparral, Rioblanco, Planadas y hacia el oriente en Villarica. Es necesario aclarar que estos resultados obedecen a un promedio histórico y estas condiciones son muy variables (extrema sequía o inundaciones) ya que depende de los efectos del fenómeno del Niño o la Niña.

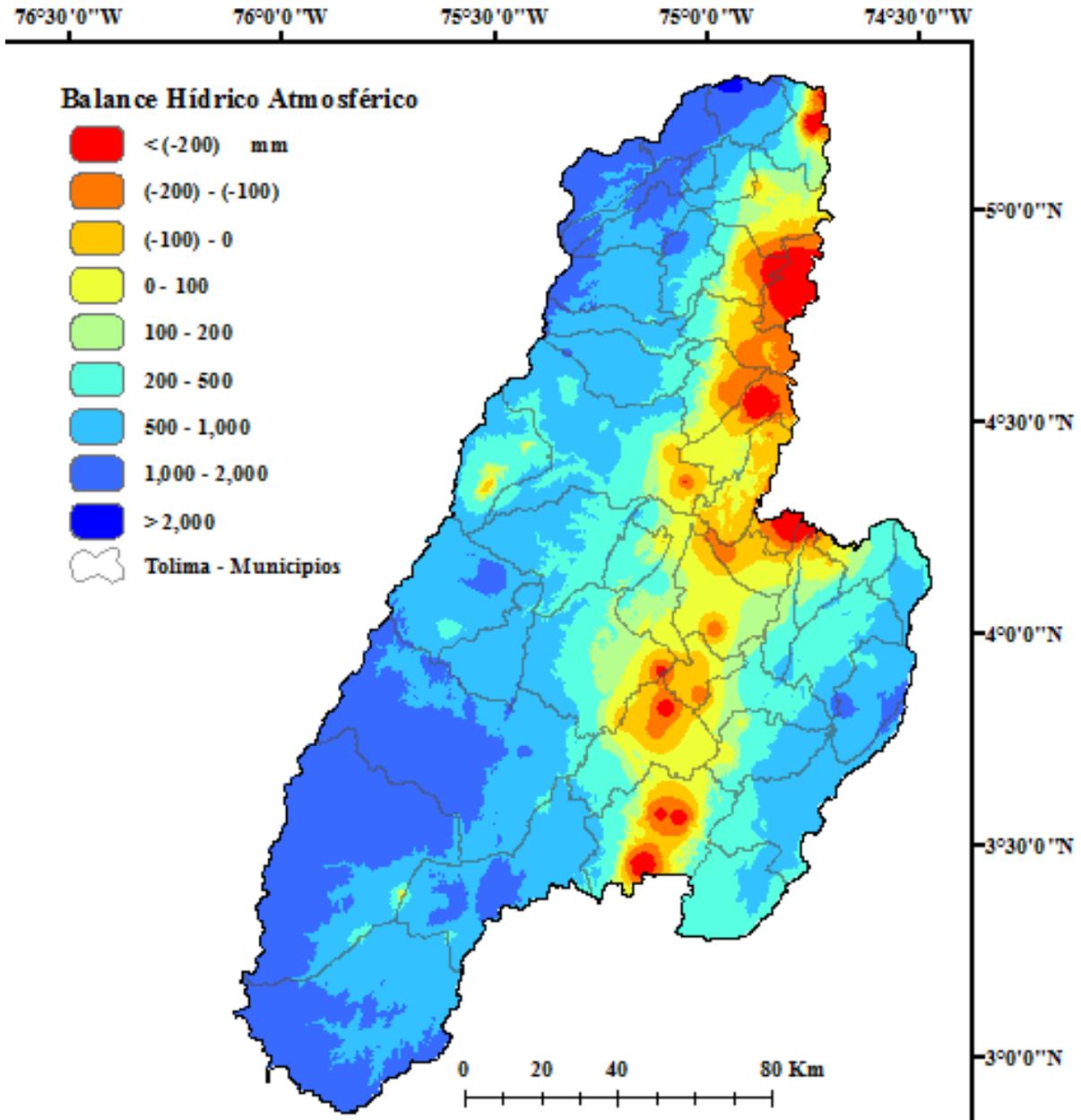


Figura 32. Balance hídrico atmosférico anual para el departamento del Tolima
Fuente: Autores de la investigación (2016).

Pisos Térmicos

En relación a la clasificación de pisos térmicos propuesta por Humboldt & Bonpland, (1956), se establecieron los diferentes climas de acuerdo a su variación altitudinal para el departamento del Tolima. Por lo tanto, se identificaron 6 tipos de pisos térmicos sobre el departamento del Tolima a consecuencia de la gran variación orográfica influenciada por las cordilleras Central y Oriental, que permite la presencia de distintos nichos ecosistemas en cada uno de sus climas. Tabla 41.

Tabla 41. Proporción por piso térmico para el departamento del Tolima

Municipio	Km ²	%					
		Cálido	Subtropical	Templado	Frío	Páramo	Gélido
Alpujarra	506	39.1	56.0	4.8	-	-	-
Alvarado	325	81.5	18.5	-	-	-	-
Ambalema	238	99.8	-	-	-	-	-
Anzoátegui	459	0.4	17.4	15.1	30.2	36.5	0.2
Armero (Guayabal)	436	95.7	4.3	-	-	-	-
Ataco	1003	40.8	54.6	4.5	-	-	-
Cajamarca	515	-	2.9	25.5	56.3	15.3	-
Carmen de Apicalá	191	99.2	0.8	-	-	-	-
Casabianca	178	0.3	26.4	32.0	12.6	27.1	1.6
Chaparral	2104	38.5	17.1	13.5	14.5	16.4	-
Coello	341	99.9	*	-	-	-	-
Coyaima	675	95.2	4.8	-	-	-	-
Cunday	509	71.8	24.4	3.7	0.1	-	-
Dolores	655	18.8	58.5	17.9	4.7	-	-
Espinal	217	100.0	-	-	-	-	-
Falán	187	61.0	37.1	2.0	-	-	-
Flandes	98	99.8	-	-	-	-	-
Fresno	219	4.7	86.9	8.2	-	-	-
Guamo	504	100.0	-	-	-	-	-
Herveo	321	-	7.3	37.7	32.4	22.3	*
Honda	304	99.8	-	-	-	-	-
Ibagué	1381	25.4	23.5	21.0	21.4	8.6	0.1
Icononzo	214	20.4	58.4	20.9	0.2	-	-
Líbano	286	6.5	71.9	20.1	1.5	-	-
Lérida	272	88.9	11.1	-	-	-	-
Mariquita	292	84.6	15.3	-	-	-	-
Melgar	202	83.8	16.0	-	-	-	-
Murillo	432	-	0.8	14.1	40.0	43.4	1.6
Natagaima	853	82.0	17.9	-	-	-	-
Ortega	944	73.0	17.2	8.8	1.0	-	-
Palocabildo	69	3.7	95.3	1.0	-	-	-
Piedras	362	99.9	*	-	-	-	-
Planadas	1752	0.8	12.5	27.8	36.9	21.9	*
Prado	418	89.2	10.8	-	-	-	-
Purificación	408	94.3	5.7	-	-	-	-
Rioblanco	2050	2.4	15.1	18.9	29.6	33.9	-
Roncesvalles	770	-	2.6	14.1	52.2	31.1	-
Rovira	737	15.5	39.9	23.9	17.0	3.7	-
Saldaña	198	100.0	-	-	-	-	-
San Antonio	394	0.2	34.2	48.3	16.1	1.2	-
San Luis	412	94.3	5.7	-	-	-	-
Santa Isabel	268	0.2	14.5	18.5	19.9	46.7	0.2
Suarez	192	99.5	0.4	-	-	-	-
Valle de San Juan	198	77.8	22.2	-	-	-	-
Venadillo	348	81.5	17.5	1.0	-	-	-
Villa Hermosa	272	0.1	23.2	33.6	24.6	17.6	0.9
Villa Rica	432	4.3	53.0	37.4	5.2	-	-
TOTAL	24139	42.4	20.2	12.8	13.9	10.5	0.1

Fuente: Autores de la investigación (2016). , * < 0.1% de ocurrencia.

En la Figura 33, se presenta la distribución espacial de los pisos térmicos para el departamento del Tolima, se encuentra que el piso Cálido representó el 42% de la región, distribuido principalmente en las zona de los valles con temperaturas medias anuales entre los 24 y 28°C, abarca la mayoría de los municipios con excepción de Cajamarca, Herveo, Murillo y Roncesvalles. El clima de los valles tolimenses resulta favorable para el establecimiento de cultivos como el mango, cacao, algodón, plátano y arroz, debido a que estas especies devengan altos niveles de radiación y ciertos periodos de sequía dentro de sus fases de cultivo.

La región Subtropical fue el segundo piso térmico con mayor proporción del territorio departamental (20% del área), con temperaturas que oscilaron entre los 18 y 24°C a altitudes menores a 2000 m.s.n.m. Los municipios de Palocabildo (95.3%), Fresno (86.9%) y Líbano (71.9%) registraron este clima Subtropical, el cual es considerado como clima de transición entre el ambientes Cálidos y Templados. El Café es el cultivo sobresaliente en el clima Subtropical, considerándose como uno de los sistemas productivos más importantes para el departamento.

El clima Templado constituyó un 13% del territorio, con variaciones termales entre 15 y 18°C y altitudes entre los 1800 y 2500 msnm. Los municipios de clima templado fueron San Antonio, Herveo, Villa Rica y Villa Hermosa, donde los cultivos más destacados fueron Aguacate, Lima, Frijol y Café. Por otra parte, el clima frío se ubicó en las zonas de alta montaña entre los 2500 y 3400 msnm, con un 14% del territorio, abarca principalmente la franja occidental cercana a la cordillera central. Las temperaturas del clima frío oscilaron entre 8 y 14°C, estas condiciones climáticas son propicias para el establecimiento de sistemas productivos como la ganadería y el cultivo de papa. Dentro de los municipios con mayores extensiones de clima frío, se destacaron los municipios de Cajamarca, Roncesvalles, Murillo y Planadas.

En la parte alta se encuentra la zona de páramos, la cual se caracteriza principalmente por presentar condiciones extremas de temperatura y clima, con paisajes uniformes y vientos continentales provenientes de las regiones Orinoquía y Amazonía (influencia de la Cordillera Oriental). Estos vientos continentales y la presencia de grandes extensiones de espejo de agua (Ríos Orinoco y Amazonas y sus respectivas vertientes) provocan altos niveles de humedad. El efecto de la alta humedad relativa sobre las especies nativas del páramo, permite la generación de fuentes hídricas superficiales y por tal motivo, estas zonas o “**fábricas de agua dulce**” se deben ser estrictamente protegidas. En el páramo, las temperaturas diarias fluctúan entre 0 y 8°C, gracias a las altitudes (valores entre 3400 y 4800 msnm). El departamento del Tolima cuenta con un 10% de la superficie total en páramos, distribuidos en los municipios de Santa Isabel, Murillo, Anzoátegui y Rioblanco y la vegetación predominante son Frailejones, Pastizales y Matorrales.

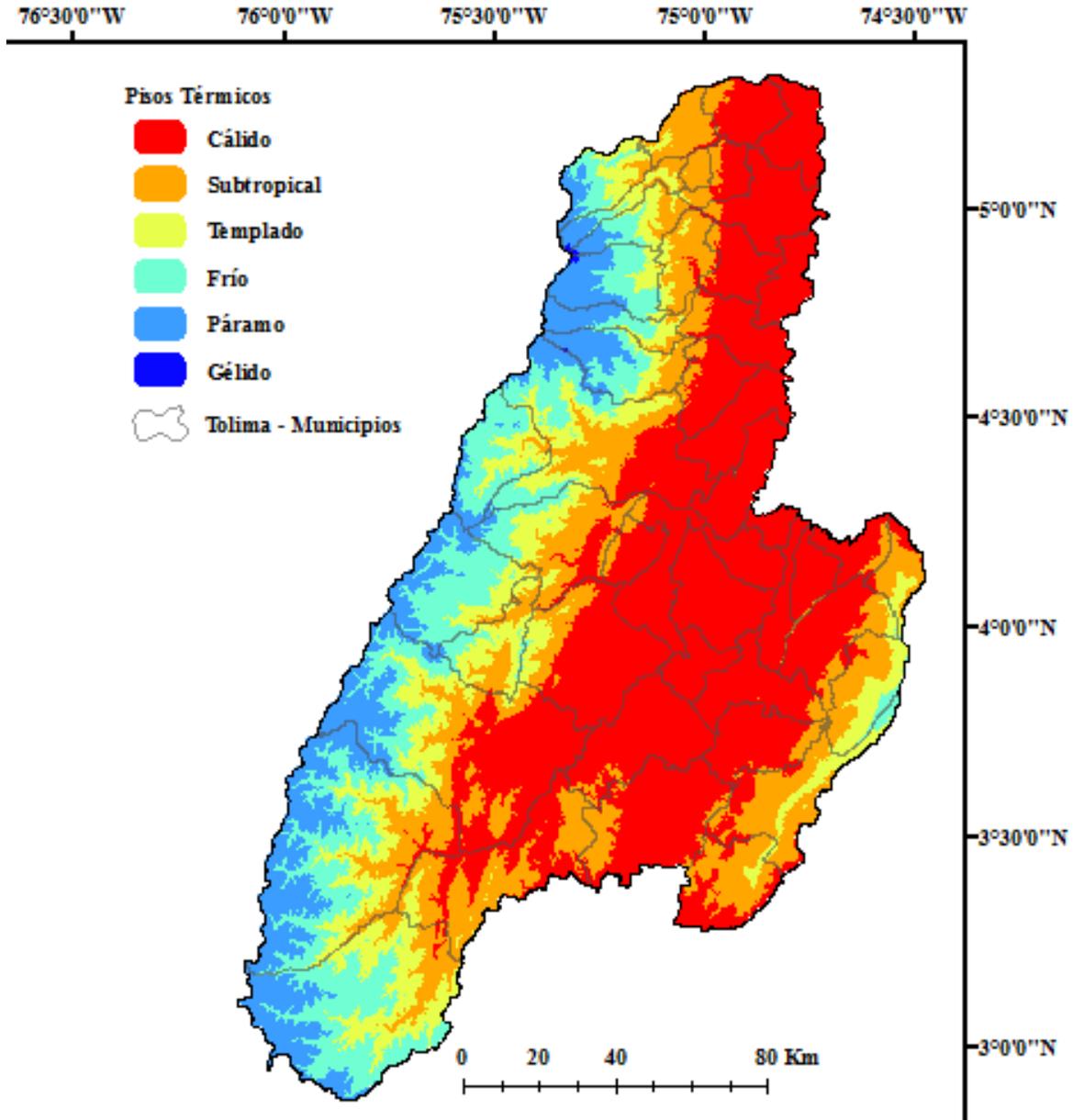


Figura 33. Pisos térmicos para el departamento del Tolima

Fuente: Autores de la investigación (2016).

En el piso Gélido, constituye la zona de Nevados con alturas por encima de los 4800 m.s.n.m. con presencia de casquetes glaciares y temperaturas por debajo de 0°C. El departamento cuenta con dos zonas de formación glacial constituida por los Nevados del Tolima y el Ruiz ubicados en la cordillera central o cordillera de los andes. Tan solo representa el 0.1% del territorio con presencia en los municipios de Casabianca (1.6%), Murillo (1.6%), Villa Hermosa (0.9%), Anzoátegui y Santa Isabel (0.2%), e Ibagué (0.1%).

Clasificación Climática

Köppen. Para el departamento del Tolima se presentan dos zonas y seis tipos de climas diferentes asociados a las variaciones térmicas y a la distribución pluviométrica de la región. Figura 35, La temperatura es la variable de mayor peso en la clasificación climática, a razón de la gran distribución homogénea de las lluvias sobre el departamento. En la Tabla 42, se presenta la proporción de ocurrencia por tipo de clima según Köppen para el departamento del Tolima

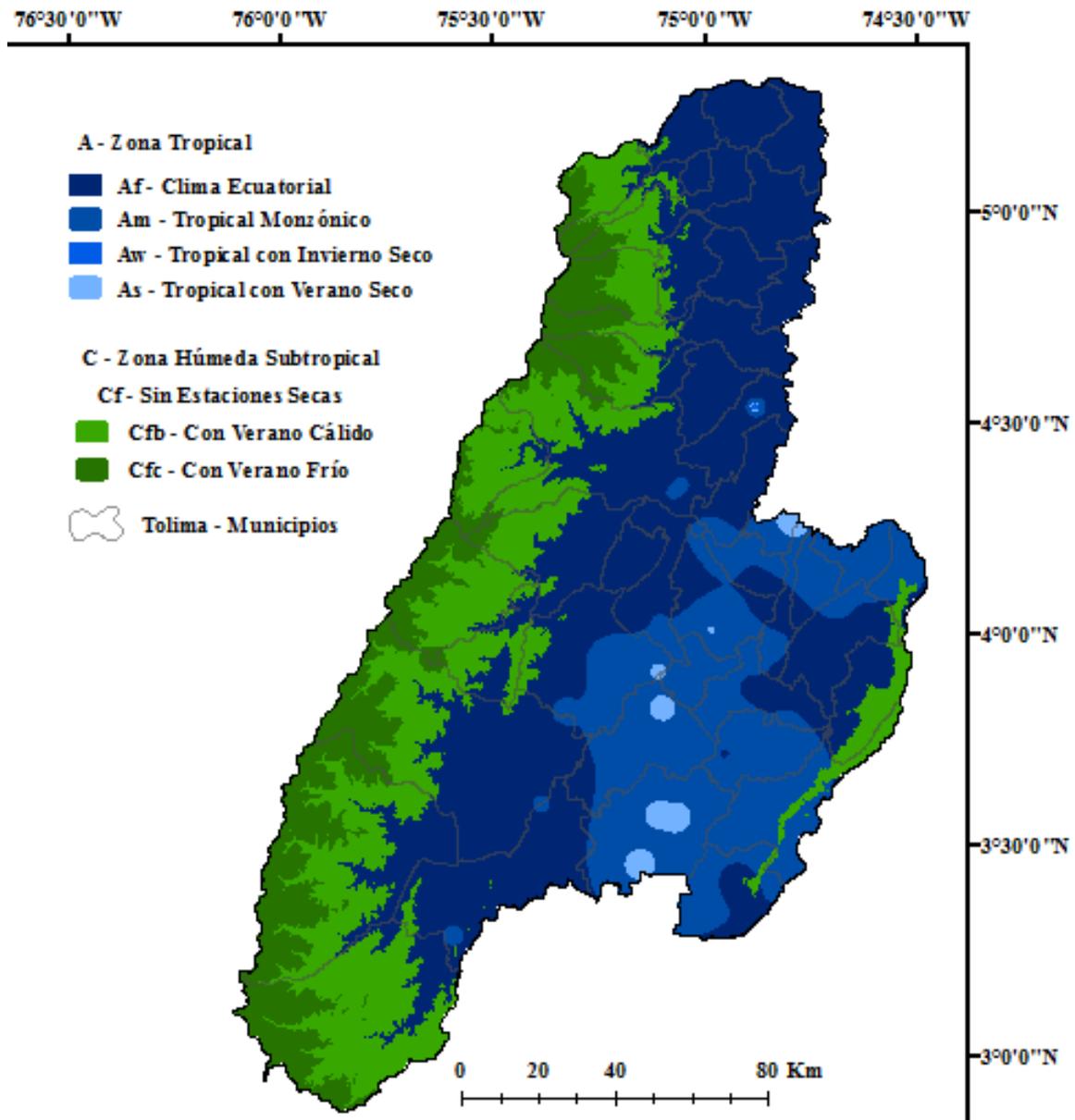


Figura 34. Clasificación climática para el departamento del Tolima según Köppen (1936)

Fuente: Autores de la investigación (2016).

Tabla 42. Proporción. Según Köppen para el departamento del Tolima.

Municipio	Km ²	%					
		Af	Am	As	Aw	Cfb	Cfc
Alpujarra	506	33.3	62.9	-	-	3.7	-
Alvarado	325	100.0	-	-	-	-	-
Ambalema	238	99.8	-	-	-	-	-
Anzoátegui	459	19.0	-	-	-	36.5	44.5
Armero (Guayabal)	436	99.9	-	-	-	-	-
Ataco	1003	92.9	3.7	-	-	3.4	-
Cajamarca	515	6.0	-	-	-	70.8	23.1
Carmen de Apicalá	191	19.4	80.6	-	-	-	-
Casabianca	178	28.3	-	-	-	39.8	31.9
Chaparral	2104	55.8	0.9	-	-	23.7	19.6
Coello	341	86.1	13.8	-	-	-	-
Coyaima	675	12.2	82.4	5.4	-	-	-
Cunday	509	80.9	15.7	-	-	3.4	-
Dolores	655	1.4	77.9	-	-	20.5	-
Espinal	217	31.5	68.5	-	-	-	-
Falán	187	98.4	-	-	-	1.6	-
Flandes	98	4.8	68.8	26.3	-	-	-
Fresno	219	93.2	-	-	-	6.7	-
Guamo	504	37.4	62.1	0.5	-	-	-
Herveo	321	8.1	-	-	-	62.0	29.6
Honda	304	99.8	-	-	-	-	-
Ibagué	1381	49.2	1.5	-	0.2	37.9	11.2
Icononzo	214	8.9	72.5	-	-	18.4	-
Líbano	286	80.7	-	-	-	19.3	-
Lérida	272	100.0	-	-	-	-	-
Mariquita	292	99.9	-	-	-	-	-
Melgar	202	-	99.8	-	-	-	-
Murillo	432	1.1	-	-	-	47.4	51.5
Natagaima	853	3.3	81.8	14.8	-	-	-
Ortega	944	47.6	42.6	0.9	-	8.9	-
Palocabildo	69	99.5	-	-	-	0.5	-
Piedras	362	94.0	4.8	1.2	-	-	-
Planadas	1752	14.9	0.0	-	-	58.1	26.9
Prado	418	2.6	97.4	-	-	-	-
Purificación	408	42.7	57.3	-	-	-	-
Rioblanco	2050	19.1	-	-	-	39.6	41.2
Roncesvalles	770	3.1	-	-	-	55.2	41.7
Rovira	737	57.2	-	-	-	37.4	5.4
Saldaña	198	-	98.7	1.3	-	-	-
San Antonio	394	38.9	-	-	-	58.5	2.6
San Luis	412	80.7	19.3	-	-	-	-
Santa Isabel	268	15.9	-	-	-	33.0	51.1
Suarez	192	39.2	54.5	6.3	-	-	-
Valle de San Juan	198	100.0	-	-	-	-	-
Venadillo	348	99.1	-	-	-	0.8	-
Villa Hermosa	272	24.6	-	-	-	51.5	24.0
Villa Rica	432	59.8	-	-	-	40.1	-
TOTAL	24139	43.1	19.7	0.9	0.01	23.2	13.1

Fuente: Autores de la investigación (2016).

La Zona A (zona tropical) representa un 63.7% de proporción del departamento con influencia en todos los municipios. Si se considera estas zonas con temperaturas superiores o iguales a 18°C en promedio anual. La subclasificación Af (Tropical con clima ecuatorial) acoge gran superficie de la región con representación total para los municipios de Alvarado, Ambalema, Armero Guayabal, Honda, Lérída y Mariquita, a excepción de los municipios de Melgar y Saldaña sin representación. El tipo de clima Am (Tropical Monzónico), es el tercer tipo de clima con mayor proporción con 19.7% del área total para el Tolima se encuentra en los municipios de Carmen de Apicalá, Coyaima, Melgar, Natagaima, Prado y Saldaña. Los climas As (0.9%) y Aw (0.01%), cubren un menor área para el departamento con zonas en Flandes e Ibagué respectivamente.

La zona climática C (zona húmeda subtropical), cubre el 36.3% restante del área total para el Tolima caracterizándose principalmente por presentar bosques templados con meses fríos (temperaturas cercanas a 0°C) y meses frescos (temperaturas mayores a 10°C). Los tipos de climas para el departamento son el Cfb (sin estaciones secas y con verano cálido) y Cfc (sin estaciones secas con verano frío). El primero, abarca un 23.2% de la región, con mayor representatividad en Cajamarca (70.8%), Herveo (62%), San Antonio (58.5%), Planadas (58.1%), Roncesvalles (55.2%) y Villa Hermosa (51.5%), municipios de alta montaña con altitudes entre los 1800 y 2600 m.s.n.m. y temperaturas del 3 y 18°C. El segundo, con un 13.1% de extensión departamental, presenta mayor cobertura en Murillo (51.5%) y Santa Isabel (51.1%), con condiciones similares a los municipios anteriores pero con menores temperatura en verano.

Caldas – Lang. Según la variación térmica (clasificación de Caldas) y su relación con respecto a la distribución de las lluvias evaluada por el denominado Factor de Lang (clasificación), para el departamento del Tolima se encontraron 14 tipos de clima diferentes. Figura 35, en la Tabla 43, se presenta la proporción de ocurrencia de tipos de clima según Caldas – Lang

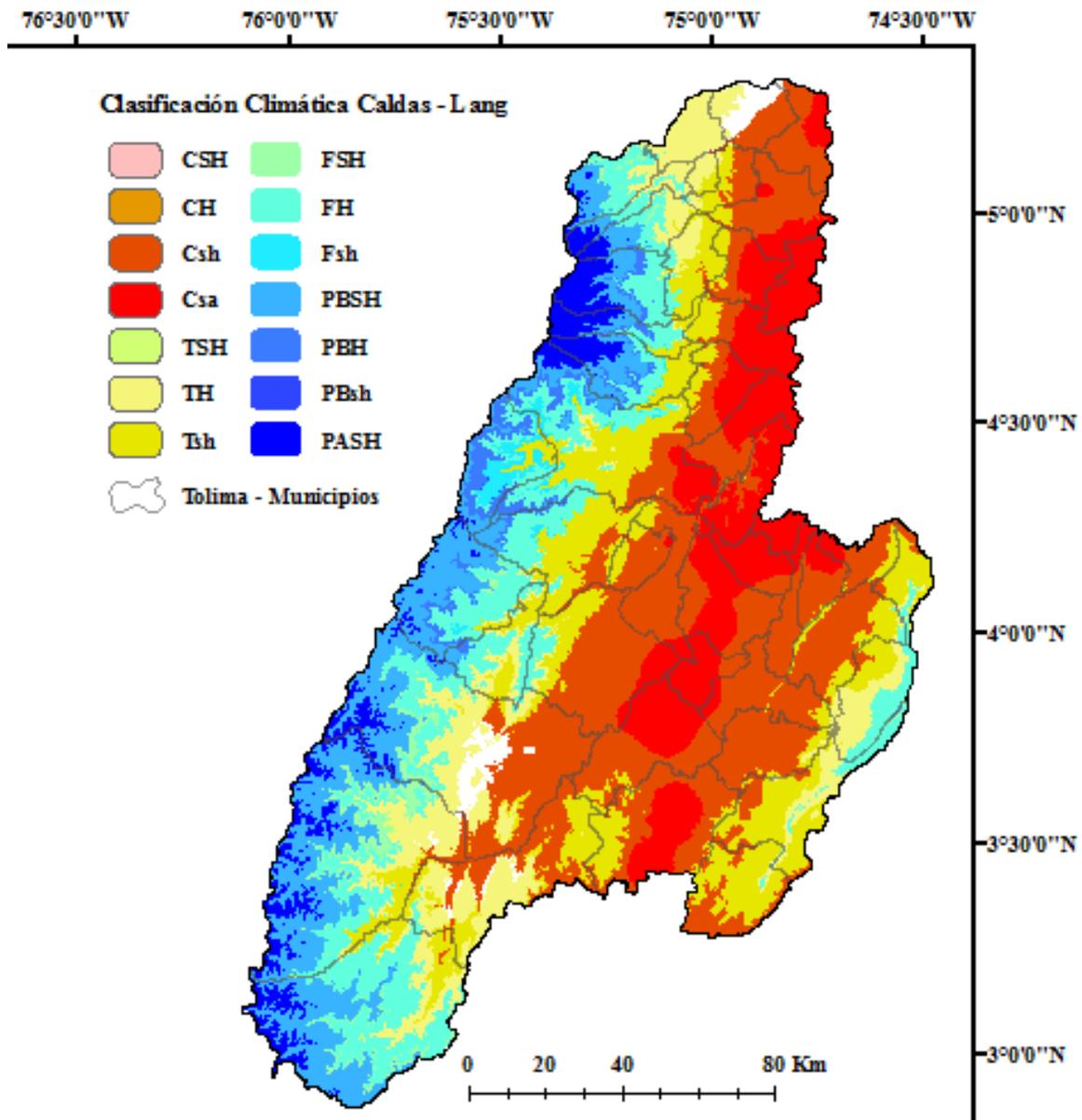


Figura 35. Proporción de ocurrencia de tipos de clima según Caldas – Lang. Para el departamento del Tolima.

Tabla 43. Proporción. Según Caldas – Lang, para el departamento del Tolima.

MUNICIPIO	Km2	%													
		CSH	CH	Csh	Csa	TSH	TH	Tsh	FSH	FH	Fsh	PBSH	PBH	PBsh	PASH
Alpujara	506	-	-	34.4	-	-	2.4	62.3	-	0.8	-	-	-	-	-
Alvarado	325	-	-	39.8	39.4	-	-	20.9	-	-	-	-	-	-	-
Ambalema	238	-	-	-	99.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzóategui	459	-	-	0.3	-	-	-	22.3	-	18.8	1.7	27.8	8.1	-	20.9
Armero (Guayabal)	436	-	-	67.5	27.5	-	-	5.0	-	-	-	-	-	-	-
Ataco	1003	-	3.3	35.5	*	-	33.6	25.9	-	1.7	-	-	-	-	-
Cajamarca	515	-	-	-	-	-	-	9.3	-	17.5	26.2	14.4	31.0	0.5	1.1
Carmen de Apicalá	191	-	-	67.8	29.9	-	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-
Casabianca	178	-	-	-	-	-	37.4	-	*	26.6	-	13.5	0.2	-	22.2
Chaparral	2104	-	7.7	29.9	-	-	19.3	2.9	3.9	12.1	-	18.4	0.1	-	5.9
Coello	341	-	-	18.0	81.7	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
Coyaima	675	-	-	51.8	42.7	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-
Cunday	509	-	-	64.9	-	-	4.3	28.4	-	2.4	-	-	-	-	-
Dolores	655	-	-	14.7	-	-	20.6	51.7	0.7	11.7	-	0.4	-	-	-
Espinal	217	-	-	17.7	82.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Falan	187	-	*	53.6	0.8	-	9.3	35.9	-	0.5	-	-	-	-	-
Flandes	98	-	-	-	99.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fresno	219	-	1.2	1.1	-	-	95.5	*	-	1.9	-	-	-	-	-
Guamo	504	-	-	50.4	49.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Herveo	321	-	-	-	-	-	13.2	-	6.2	40.8	-	31.0	0.0	-	8.6
Honda	304	-	1.4	72.2	26.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ibagué	1381	-	-	13.5	9.5	-	2.6	29.5	-	21.3	4.1	7.5	7.7	-	4.1
Icononzo	214	-	-	17.0	-	-	7.7	64.8	-	10.3	-	-	-	-	-
Libano	286	-	-	3.3	-	-	23.3	60.4	-	12.8	0.2	-	0.1	-	-
Lerida	272	-	-	33.5	51.6	-	-	14.9	-	-	-	-	-	-	-
Mariquita	292	0.4	36.3	42.9	-	0.6	19.7	0.1	-	-	-	-	-	-	-
Melgar	202	-	-	64.1	17.0	-	-	18.7	-	-	-	-	-	-	-
Murillo	432	-	-	-	-	-	0.7	1.3	-	31.6	*	21.6	9.2	-	35.5
Natagaima	853	-	-	46.9	34.1	-	-	19.0	-	-	-	-	-	-	-
Ortega	944	-	-	61.7	10.5	-	3.3	17.7	*	6.9	-	-	-	-	-
Palocabildo	69	-	1.3	1.1	-	-	68.5	29.1	-	-	-	-	-	-	-
Piedras	362	-	-	36.3	63.6	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
Planadas	1752	-	-	0.6	-	-	11.6	7.8	3.4	36.7	*	30.8	0.1	-	8.9
Prado	418	-	-	87.0	-	-	3.1	9.9	-	-	-	-	-	-	-
Purificación	408	-	-	84.8	7.7	-	0.9	6.6	-	-	-	-	-	-	-
Rioblanco	2050	-	0.5	1.8	*	0.2	15.3	5.3	9.4	15.5	0.1	37.5	0.1	-	14.3
Roncesvalles	770	-	-	-	-	-	1.4	3.0	2.4	31.3	0.9	47.7	7.6	-	5.6
Rovira	737	-	-	12.8	-	-	0.8	48.1	-	26.8	1.3	6.1	4.1	-	*
Saldaña	198	-	-	17.4	82.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Antonio	394	-	-	0.1	-	-	26.3	24.7	0.1	41.0	-	4.9	2.9	-	*
San Luis	412	-	-	82.3	11.1	-	-	6.6	-	-	-	-	-	-	-
Santa Isabel	268	-	-	0.1	-	-	1.8	17.9	-	20.5	1.1	13.6	6.1	-	38.9
Suarez	192	-	-	78.4	20.2	-	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-
Valle de San Juan	198	-	-	71.8	3.0	-	-	25.2	-	-	-	-	-	-	-
Venadillo	348	-	-	17.2	62.3	-	0.2	20.0	-	0.3	-	-	-	-	-
Villa Hermosa	272	-	-	*	-	-	30.1	2.6	2.3	31.6	-	20.4	1.0	-	12.0
Villa Rica	432	-	-	3.0	-	-	42.3	23.1	0.5	30.8	-	0.3	-	-	-
TOTAL	24139	*	1.3	26.7	13.0	*	10.1	15.4	1.6	12.9	0.9	11.4	1.9	*	4.7

Fuente: Autores de la investigación (2016). * < 0.1% de ocurrencia.

4.2 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

4.2.1 Indicadores económicos municipales

Producto Interno Bruto –PIB-

El departamento del Tolima se ha caracterizado por su tradición y vocación agrícola; la agricultura ha sido base del desarrollo social y económico departamental. Cualquier cambio en el desempeño del sector tiende a afectar variables importantes como la tasa de empleo y el crecimiento regional. Para el año 2013, el producto interno bruto (PIB) del departamento creció un 5,4%, respecto al año 2012, tasa superior al crecimiento entre los años 2011 y 2012 (3,4%), lo cual lo ubica en el rango bajo de la distribución, al ocupar el puesto 25 entre los 33 departamentos del país (Delgado et al., 2015)

El 35% de su economía está concentrada en dos grandes ramas: actividades de servicios sociales, comunales y personales, seguida de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca. Figura 36. Los aportes están dados por la construcción, comercio, reparación, restaurantes, hoteles, establecimientos financiero, explotación de minas y canteras, industria manufacturera, transporte, almacenamiento y comunicaciones y electricidad, gas y agua 3% (DANE, 2015).

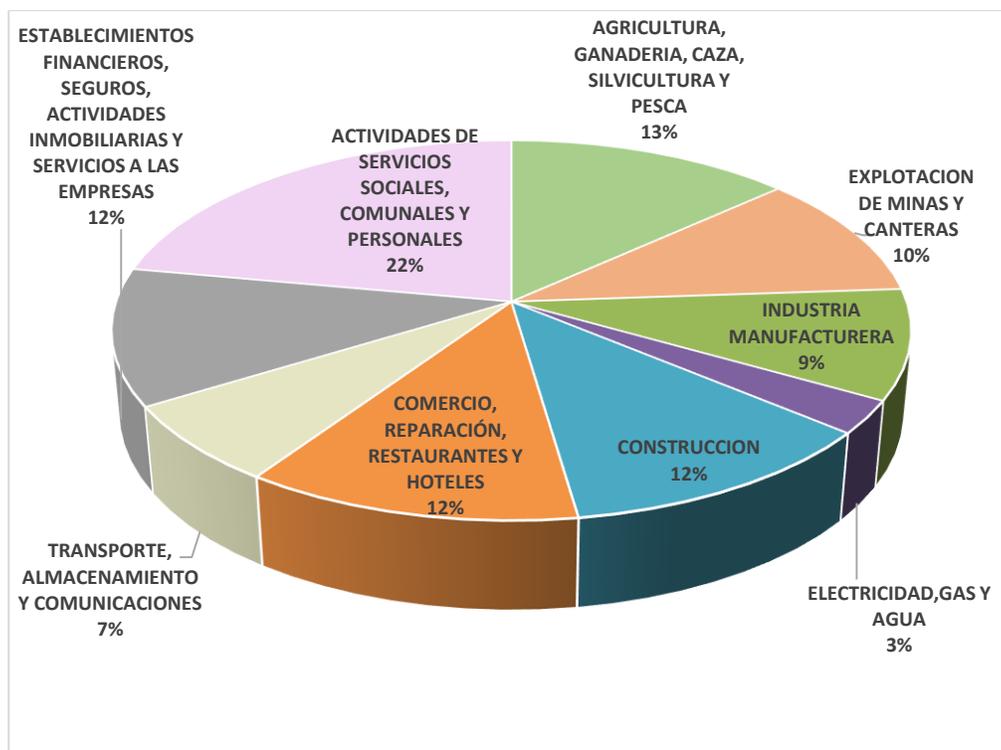


Figura 36. Participaciones por actividad en el departamento del Tolima 2013.

Fuente. Autores de la investigación, con base en DANE 2015

Este comportamiento se ha mantenido a lo largo de la primera década del siglo XXI y en lo corrido de la segunda década. Si se compara el PIB departamental con el PIB nacional se puede observar que la tendencia de crecimiento de la actividad económica general es similar en ambas variables. Figura 37.

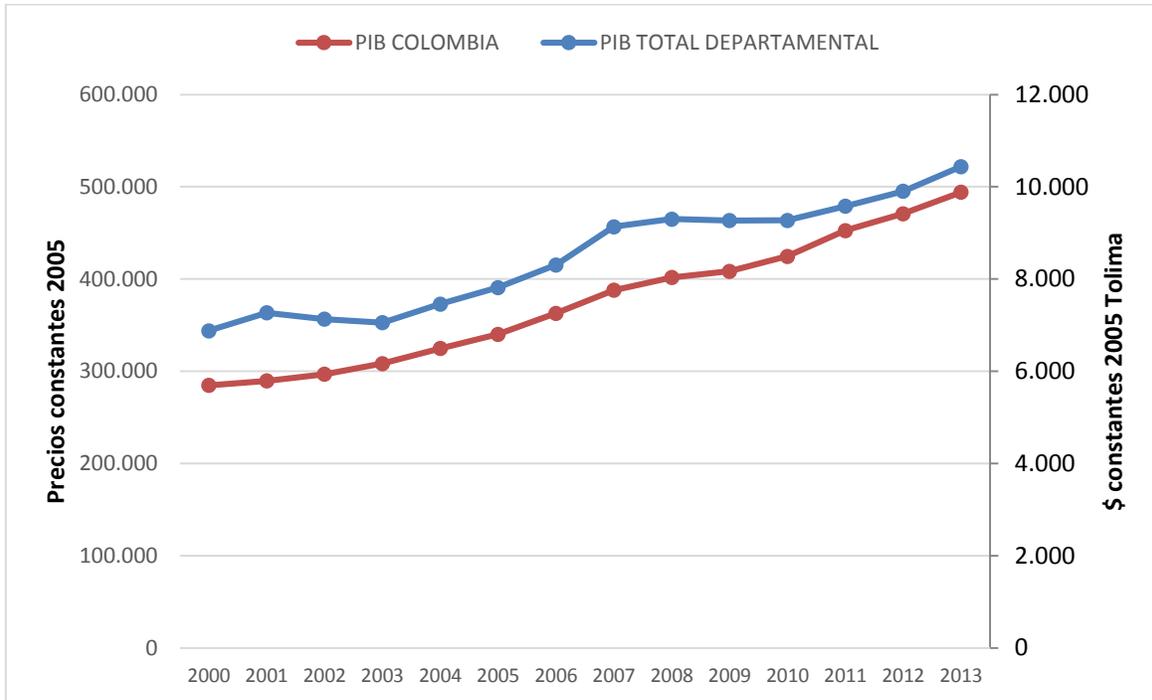


Figura 37. Valor del PIB a precios constantes nacional y Tolima 2000-2013

Fuente. Autores de la investigación, con base en DANE 2015

Esa misma tendencia se observa cuando se proyecta la tasa de crecimiento anual porcentual del PIB a precios de mercado en moneda local, a precios constantes. Figura 38, sin embargo a partir de 2008 se registra una menor tasa de crecimiento nacional, lo que es una tendencia más acentuada en el departamento, que si bien muestra un mejor comportamiento entre 2012 y 2013 no ha recuperado las tasas de crecimiento anterior a 2008.

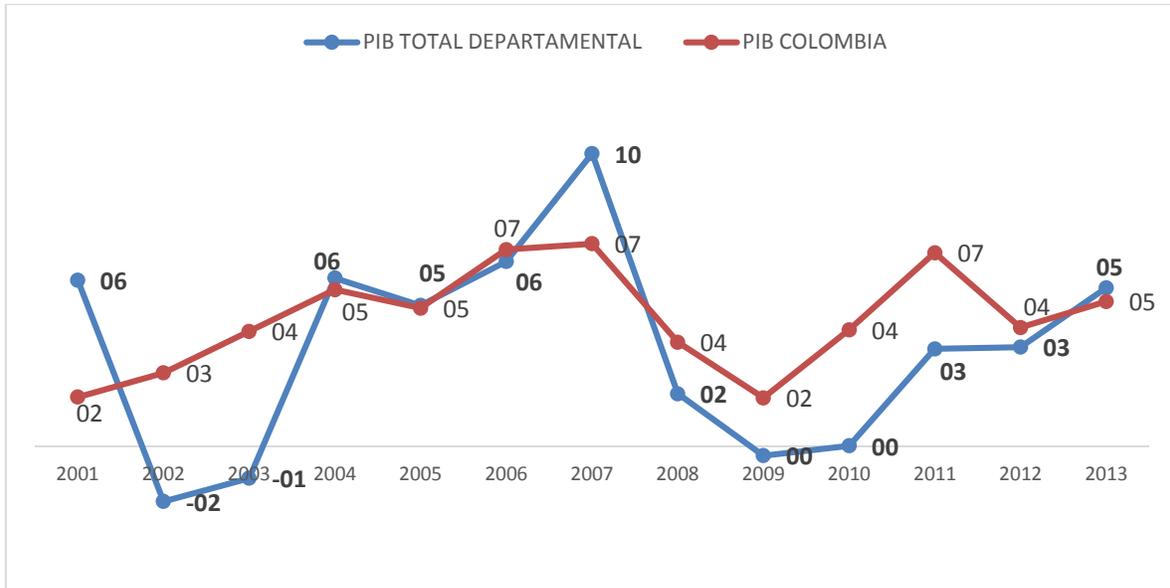


Figura 38. Tasa de crecimiento PIB precios constantes 2000-2013

Fuente. Autores de la investigación, con base en DANE 2015

Como consecuencia, la participación del PIB departamental en el PIB nacional ha disminuido. Figura 39. Este cambio en el desempeño de la actividad económica departamental se explica por el menor crecimiento del sector agrícola y minero primordialmente; entre 2007 (año en que se inicia una tendencia de decrecimiento) y 2012, la agricultura decreció un 10% y la explotación minera un 21% en términos absolutos.

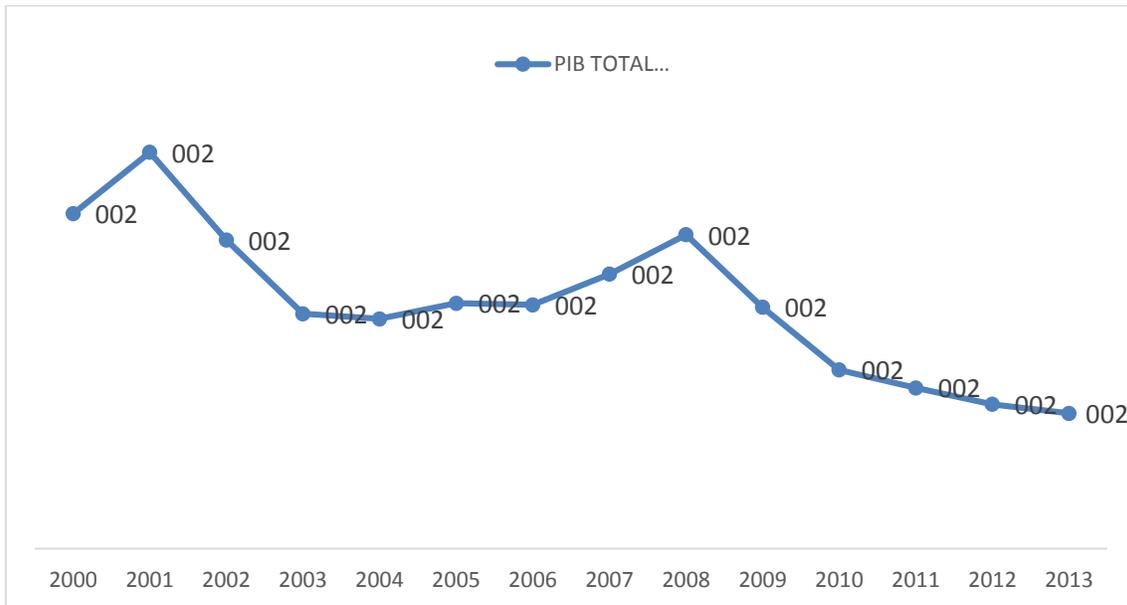


Figura 39. Participación % del PIB del Tolima en el PIB nacional 2000-2013

Fuente. Autores de la investigación, con base en DANE 2015

De acuerdo al PIB del departamento por ramas de actividad económica a precios constantes entre el 2000-2013. Figura 40. La caída en la agricultura también impactó la industria regional, en particular la industria de alimentos que decreció un 12% en el mismo período, toda vez que en esta actividad está incorporada la agroindustria (molinería de arroz, trilladoras de café, entre otras).

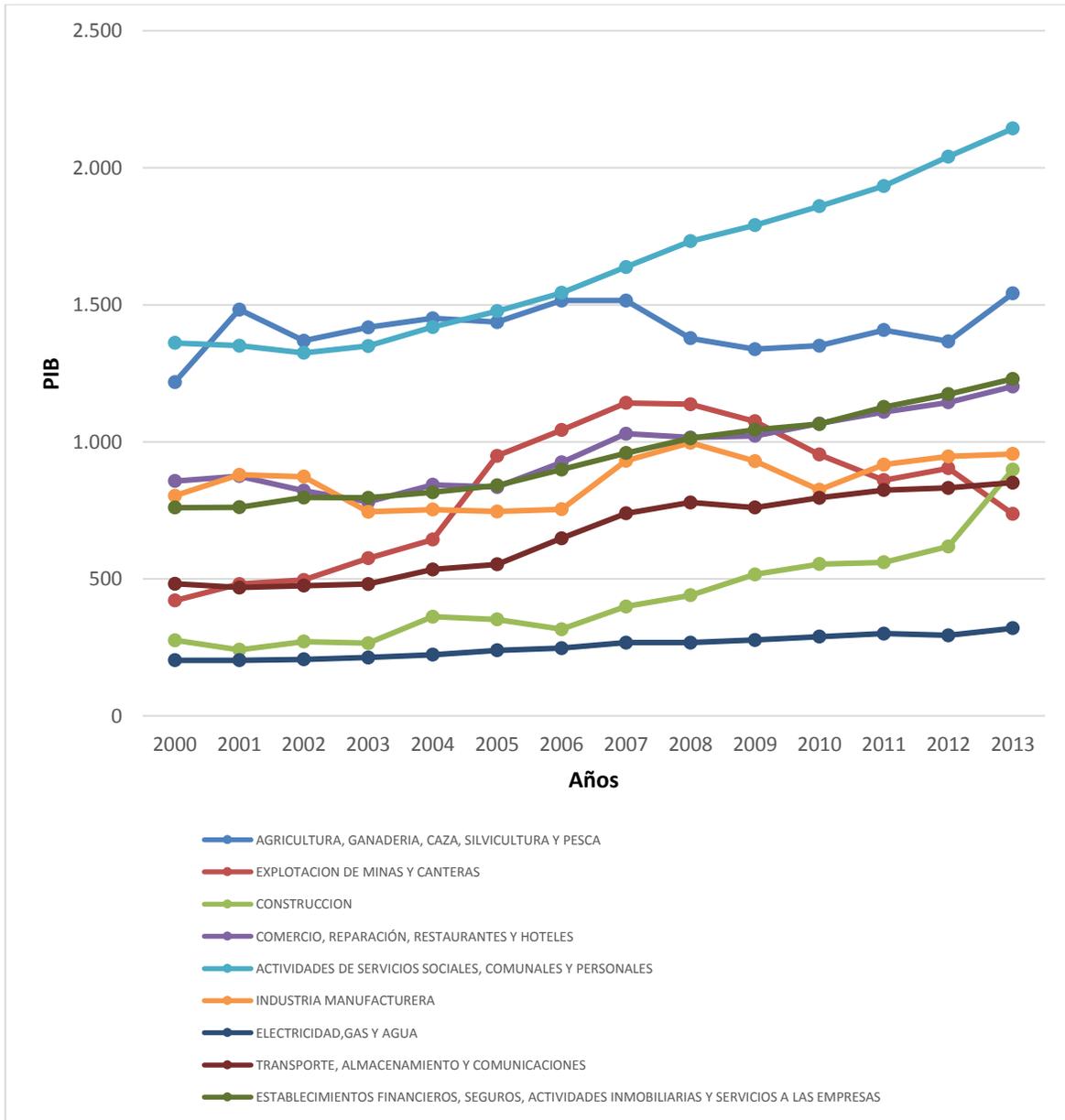


Figura 40. PIB del departamento del Tolima por ramas de actividad económica a precios constantes 2000-2013

Fuente. Autores de la investigación, con base en DANE 2015

Entre 2007 y 2012 la construcción lideró el pequeño crecimiento del departamento, la cual registró un aumento del 125% de su valor agregado en forma absoluta. Transporte y comunicaciones también crecieron un 15% en el mismo período.

La Tabla 44, muestra un ejercicio realizado por Fedesarrollo (2015), en el que se analiza la participación departamental en el PIB nacional y la especialización por actividad económica de los departamentos por lo que muestra la relación entre la participación que tiene una actividad en el total de la producción del departamento y la participación que tiene dicha actividad en la producción total nacional. Este indicador permite determinar el grado de especialización relativa de la estructura productiva regional, con respecto a la estructura productiva del país. Valores mayores a uno indican que el departamento es especializado en esa actividad económica; el indicador resulta de dividir el PIB por rama de actividad económica departamental entre esta misma cifra a nivel nacional, lo anterior; reafirma la vocación agrícola del departamento del Tolima aún para los primeros años de la década actual.

Tabla 44. Coeficiente de localización

Coeficiente de localización	Tolima	Nación	Tolima	Región Andina
	2000	2013	2000	2013
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	2,2	2,2	1,6	1,6
Explotación de minas y canteras	0,8	0,9	1,4	1,6
Industria manufacturera	0,9	0,8	0,7	0,7
Electricidad, gas y agua	0,7	0,8	0,6	0,7
Construcción	0,9	1,2	0,8	0,9
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	1,1	0,9	1	0,9
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1,1	1,1	1	1
Establecimientos financieros, y servicios a las empresas	0,6	0,6	0,7	0,7
Actividades de servicios sociales, comunales y personales	1,2	1,3	1,2	1,4

Fuente. DANE, cálculos Fedesarrollo

En cuanto el PIB agropecuario del departamento. Figura 42, entre los años 2000 - 2013, el PIB agrícola del Tolima evidencia una tendencia de crecimiento desde el año 2000 a 2007, equivalente a un crecimiento del 24% y luego se registra una disminución en el valor agregado del sector que significó una pérdida absoluta del 10% entre 2007 y 2013; lo anterior explicado por una pérdida de valor agregado de un 22% en el cultivo de café y de un 15% en otros productos agrícolas. La tasa de crecimiento económico del café cayó como consecuencia de una disminución del volumen de producción de un 21% entre 2007 y 2009. La cosecha colombiana

de café en 2009 fue particularmente muy mala, debido a lluvias intensas, a una mayor presencia de roya y una baja fertilización (FNC, 2009).

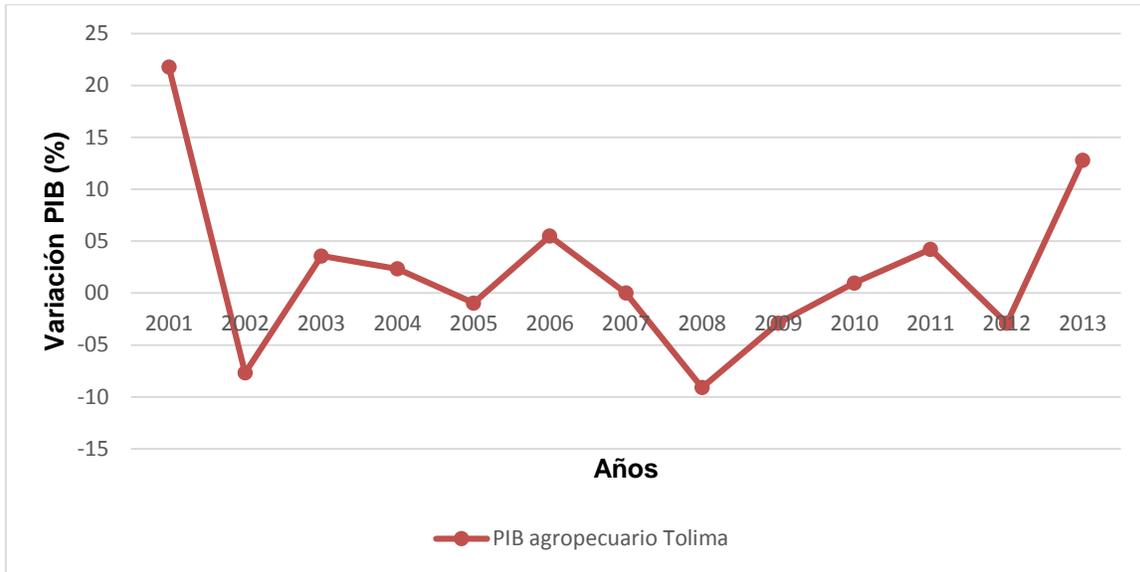


Figura 41. PIB agropecuario del departamento del Tolima. (Variación %) 2001-2013
Fuente. Autores de la investigación, con base en DANE 2015

Si se analiza el porcentaje de variación del PIB agropecuario nacional y PIB agropecuario Tolima entre el 2001-2013. Figura 43, se puede observar un comportamiento más volátil del sector agropecuario tolimese con respecto al mismo sector a nivel nacional. El inicio de la década de 2000 refleja aún los embates recibidos por la agricultura debido a la política de apertura económica, que afecta con mayor rigor a los cultivos de cereales y oleaginosas, en los que Tolima siempre ha sido protagonista a nivel nacional.

En esta misma década hay varios fenómenos de variabilidad climática a nivel mundial que también afectan a Colombia, especialmente entre 2006 y 2008. Así las condiciones de mercado y climáticas de la época llevó a que en el caso del Tolima, cultivos como el sorgo y el maíz perdieran el 70 y el 30% del área cosechada respectivamente, una suerte similar corren cultivos como frijol (25%), arroz (26%), algodón (18%), papa (37%), (Con base en EVA 2005 – 2013) (Agronet, 2014), lo que explica el comportamiento de la partida de “Otros productos agrícolas” que se revisó anteriormente en la desagregación del PIB agrícola

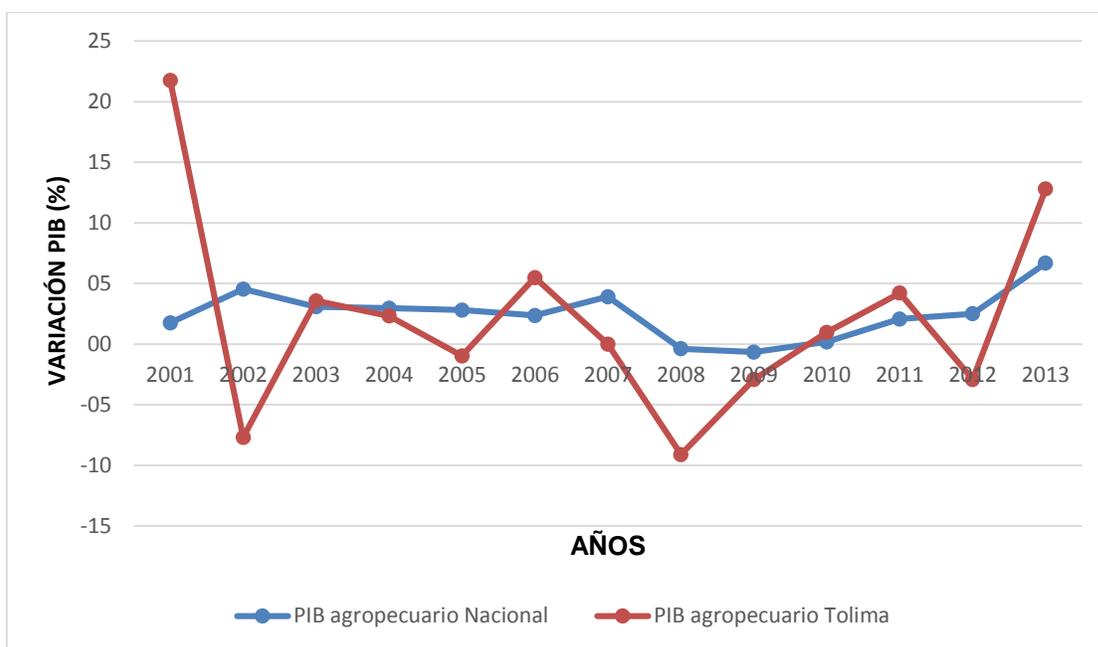


Figura 42. PIB agropecuario nacional y PIB agropecuario del departamento del Tolima (variación %) 2001-2013

Fuente. Autores de la investigación, con base en DANE 2015.

Desempeño Integral

Este criterio tiene como objetivo la evaluación de la gestión pública de los municipios, la toma de decisiones de política pública y de asignación de recursos con base en los resultados y la problemática, que permite a las Secretarías de Planeación departamental cumplir las exigencias legales de seguimiento y evaluación que establecen las leyes 152 de 1994, 617 de 2000 y 715 de 2001 (DNP, 2014). (Delgado, Ulloa, & Ramírez, 2015). Para el análisis se tuvo en cuenta Eficacia, Eficiencia, Requisitos legales y Gestión (Fiscal, capacidad administrativa y gestión administrativa y fiscal). Tabla 45, desempeño laboral para el municipio de Ibagué y departamento del Tolima.

Tabla 45. Índice de desempeño integral para el departamento y para el municipio.

Aspectos de análisis	Ibagué		Tolima	
	2012	2013	2012	2013
Índice de desempeño integral	81,6	77,6	69,8	66,6
Eficacia	92,5	59,8	88,2	67,4
Eficiencia	87,8	71,1	57,6	45,5
Cumplimiento de requisitos legales	80,1	94,2	76,9	76,7
Fiscal	68	76	59,7	67,9

Aspectos de análisis	Ibagué		Tolima	
	2012	2013	2012	2013
Capacidad administrativa	64,2	95,1	53,5	85,2
Gestión administrativa y fiscal	66,1	85,5	56,6	76,6

Fuente.(Delgado, Ulloa, & Ramírez, 2015)

Los resultados del Índice para 2002 y 2013 muestran un deterioro, tanto para el departamento como para Ibagué. En ambos casos, el descenso se explica por los componentes de eficacia y eficiencia. No obstante, se observan mejoras en otros aspectos como capacidad administrativa y gestión fiscal.

4.2.2 Mercado laboral

Este criterio está compuesto por dos componentes: i) La oferta laboral representada por la Tasa Global de Participación TGP, que es la relación porcentual entre la población económicamente activa –PEA- y ii) la población en edad de trabajar –PET-. Este indicador refleja la presión de la población sobre el mercado laboral. El TGP permite conocer la demanda de empleo y el desempleo.

Según Ayala, (2014). Ibagué es una ciudad cuya área metropolitana no tiene una estructura del empleo muy diferente a la que presenta el promedio de las trece principales ciudades. La mayor participación sobre el empleo de la ciudad la tiene el sector terciario con el 76,8%, mientras que el primario y secundario aportan el 2,3% y 20,9% respectivamente Tabla 46. La agricultura, pesca, ganadería, caza y silvicultura aporta solo el 2%, esto es debido en parte por la escasa actividad industrial y el menor crecimiento relativo de la agricultura. Figura 44.

Tabla 46. Estructura de empleo de Ibagué por actividades económicas. 2013

Actividades económicas	Ibagué	Promedio de las 13 ciudades principales
Agricultura, pesca, ganadería, caza y silvicultura	2,0	0,9
Explotación de Minas y Canteras	0,3	0,3
Industria manufacturera	13,0	16,1
Suministro de Electricidad Gas y Agua	0,8	0,5
Construcción	7,1	6,3
Comercio, hoteles y restaurantes	34,7	30,8
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	9,8	9,5
Intermediación financiera	1,4	2,2
Actividades Inmobiliarias	7,8	10,8
Servicios comunales, sociales y personales	23,2	22,6

Fuente: Ayala (2014)

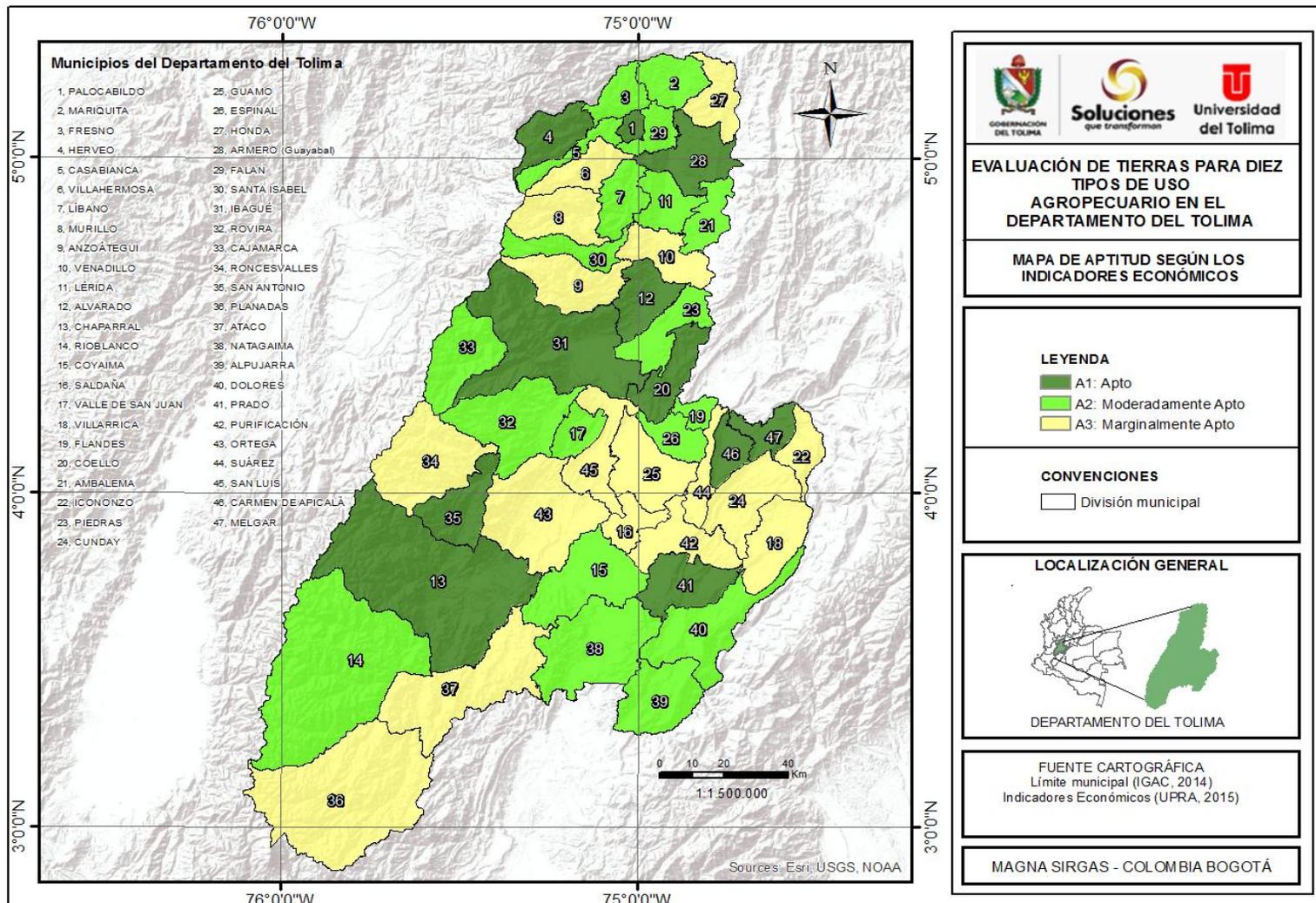


Figura 43. Distribución espacial de la aptitud según indicadores económicos evaluados por municipio del departamento del Tolima.

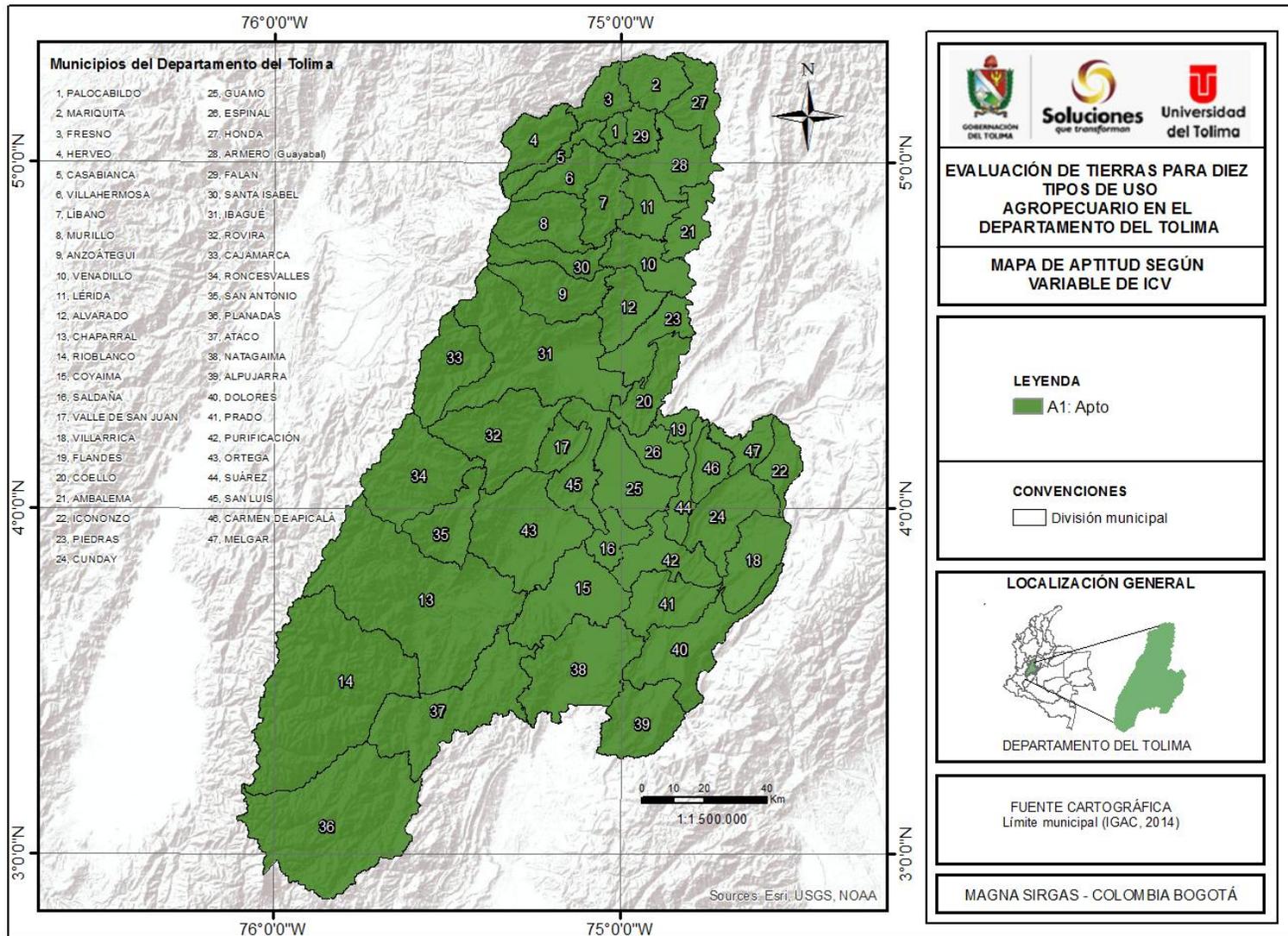


Figura 44. Distribución espacial de la aptitud del mercado laboral por municipio del departamento del Tolima.

4.2.3 Distribución y tamaño de los predios

Figura 45. Distribución espacial de la aptitud de tamaño de predio para el departamento del Tolima.

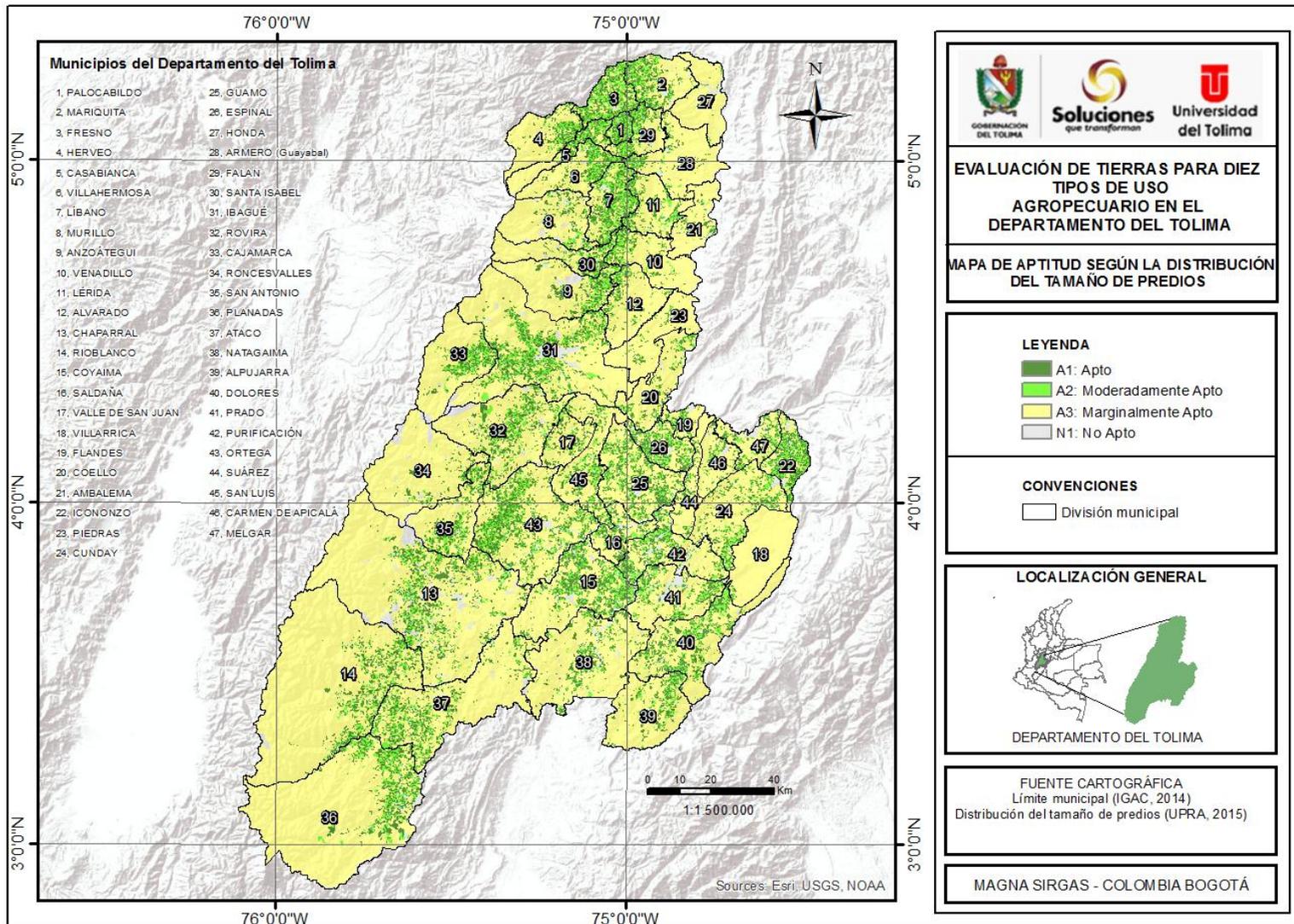


Figura 45. Distribución espacial de la aptitud de tamaño de predio para el departamento del Tolima.

4.2.4 Avalúos catastrales integrales de tierras rurales.

Figura 46. Distribución espacial de la aptitud por avalúo catastral para el departamento del Tolima.

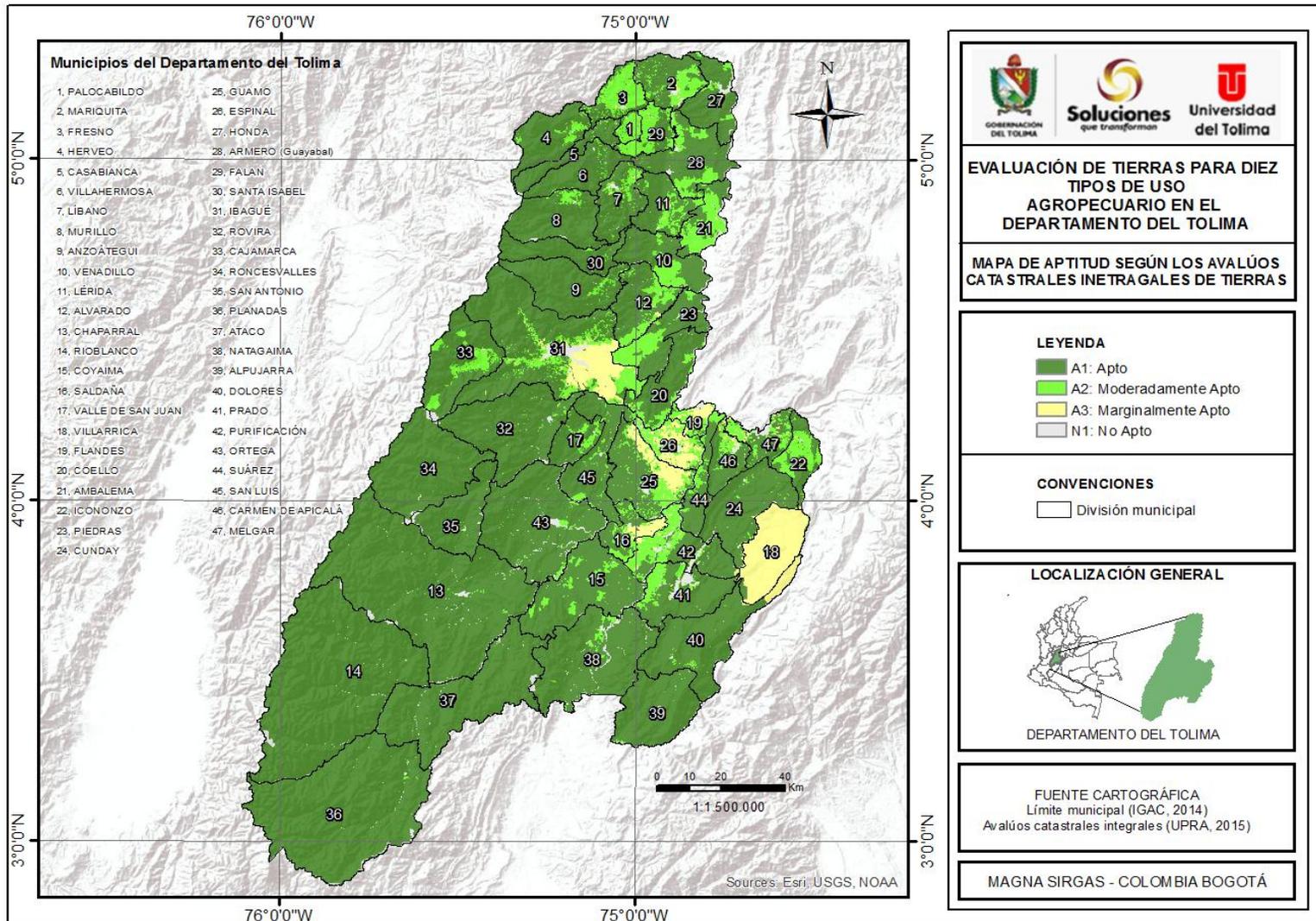


Figura 46. Distribución espacial de la aptitud por avalúo catastral para el departamento del Tolima.

4.2.5 Seguridad ciudadana

Figura 47. Distribución espacial de la aptitud de seguridad ciudadana para el departamento del Tolima.

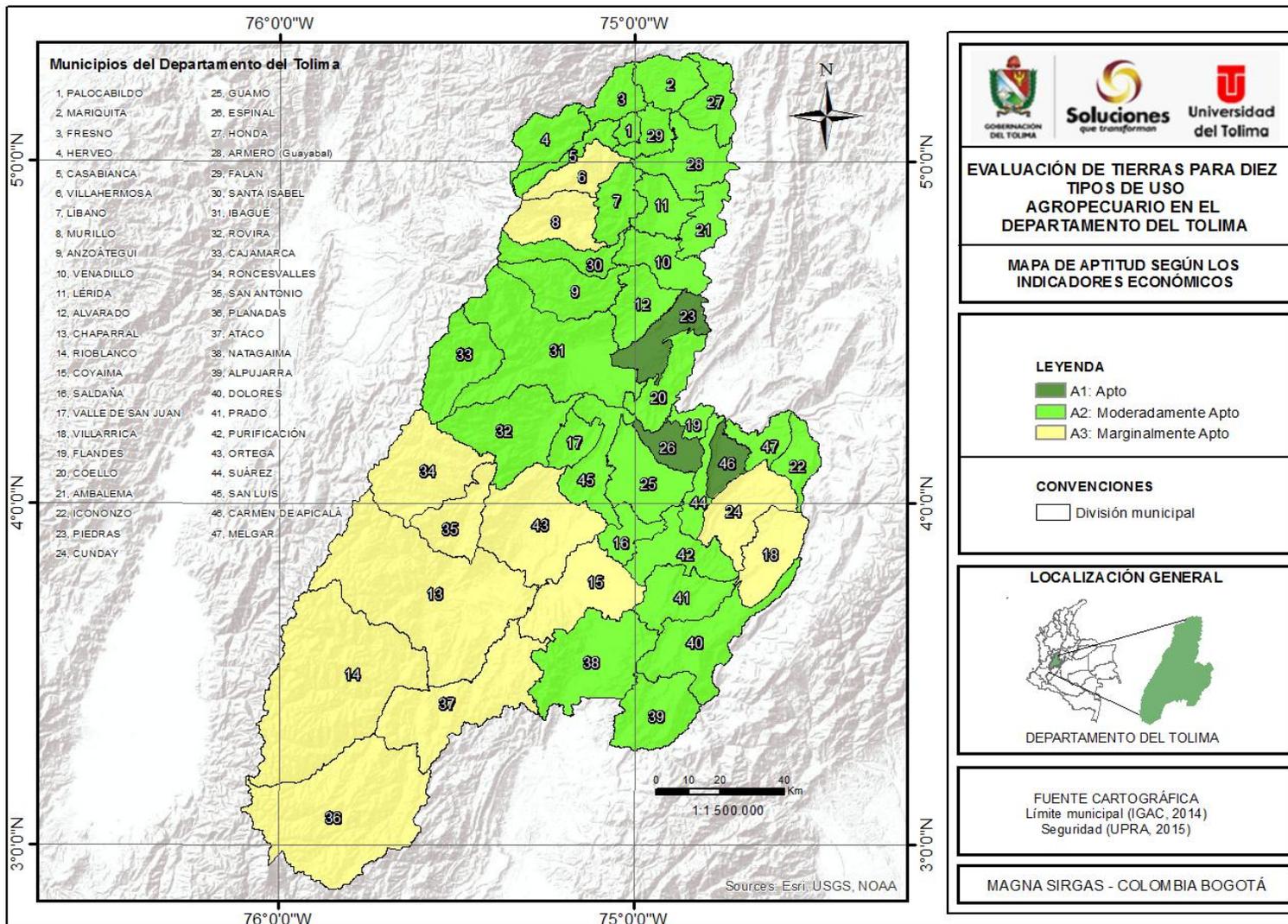


Figura 47. Distribución espacial de la aptitud de seguridad ciudadana para el departamento del Tolima.

4.2.6 Institucionalidad

Figura 48. Distribución espacial de la aptitud de institucionalidad para el departamento del Tolima.

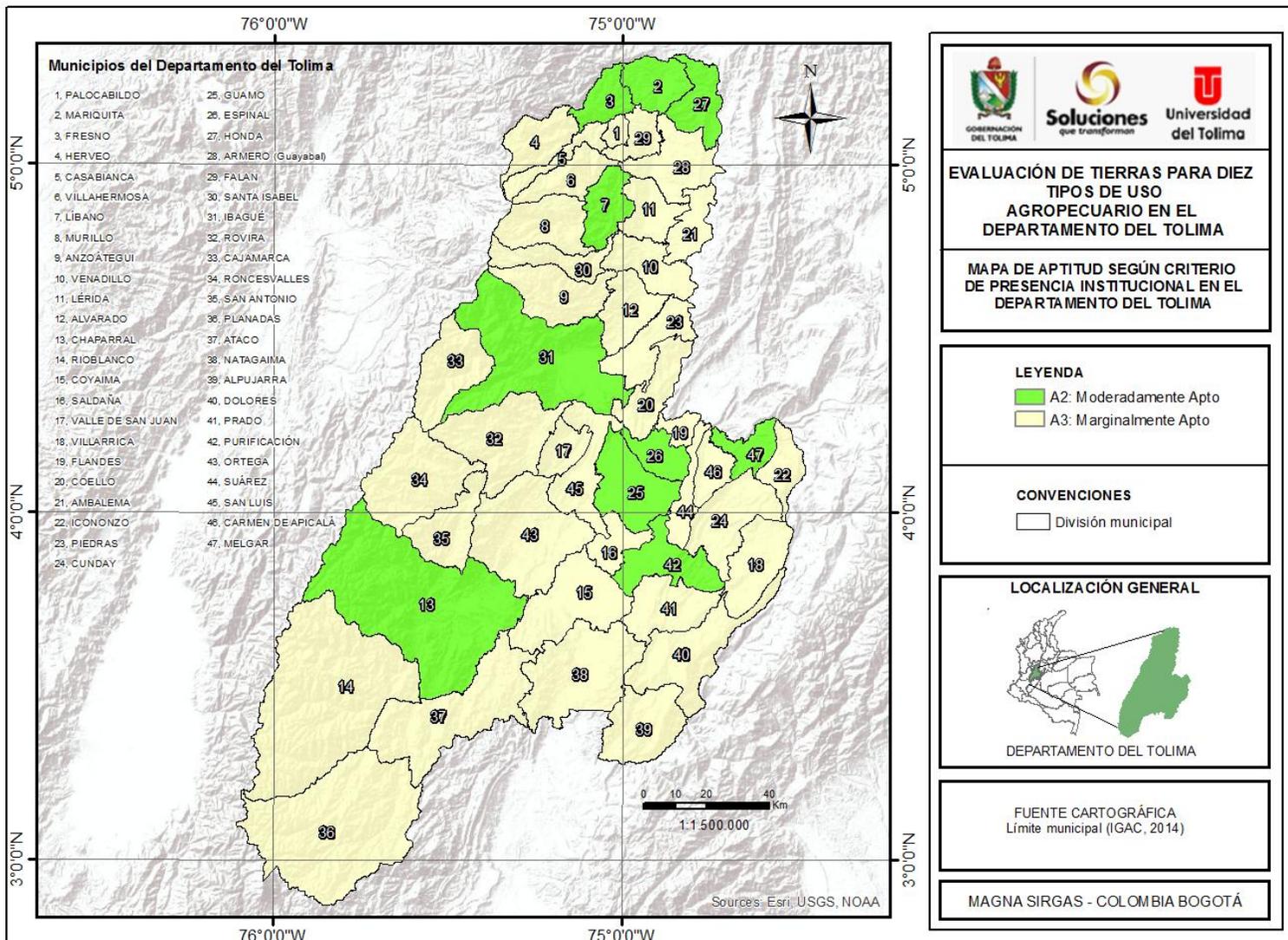


Figura 48. Distribución espacial de la aptitud de institucionalidad para el departamento del Tolima.

4.2.7 Condiciones de vida

Datos de Población

Según la información del censo del año 2005, la población total para el departamento del Tolima correspondía a 1'312.304 habitantes, distribuidos: el 67.64% en las cabeceras municipales y 32,36% en el sector rural (DANE, 2006). Para el año 2010 la población total en el departamento aumentó un 5.43% con 1'387.641 habitantes; se encuentra que el 66.85% en la cabecera y 32.14% en sector rural (UPRA, 2014). Lo anterior indica que el porcentaje de la población en la cabecera municipal a pesar del aumento en cantidad al 2010, fue menor al obtenido en el censo del año 2005.

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE, el departamento del Tolima pasó de tener 1.343.000 habitantes en el año 2001 a tener 1.404.000 habitantes en el año 2014, Figura 49. En los datos obtenidos para el año 2014 la población aumentó en un 0.20%, con 68.54% en la cabecera y 31.46% en el sector rural, lo cual arroja una tasa anual de crecimiento poblacional de 0,34 % (UPRA, 2014). Lo anterior evidencia, que a pesar que existió un aumento mínimo a nivel departamental, la población del sector rural disminuyó, con mayor aumento de la población en el sector de la cabecera municipal.

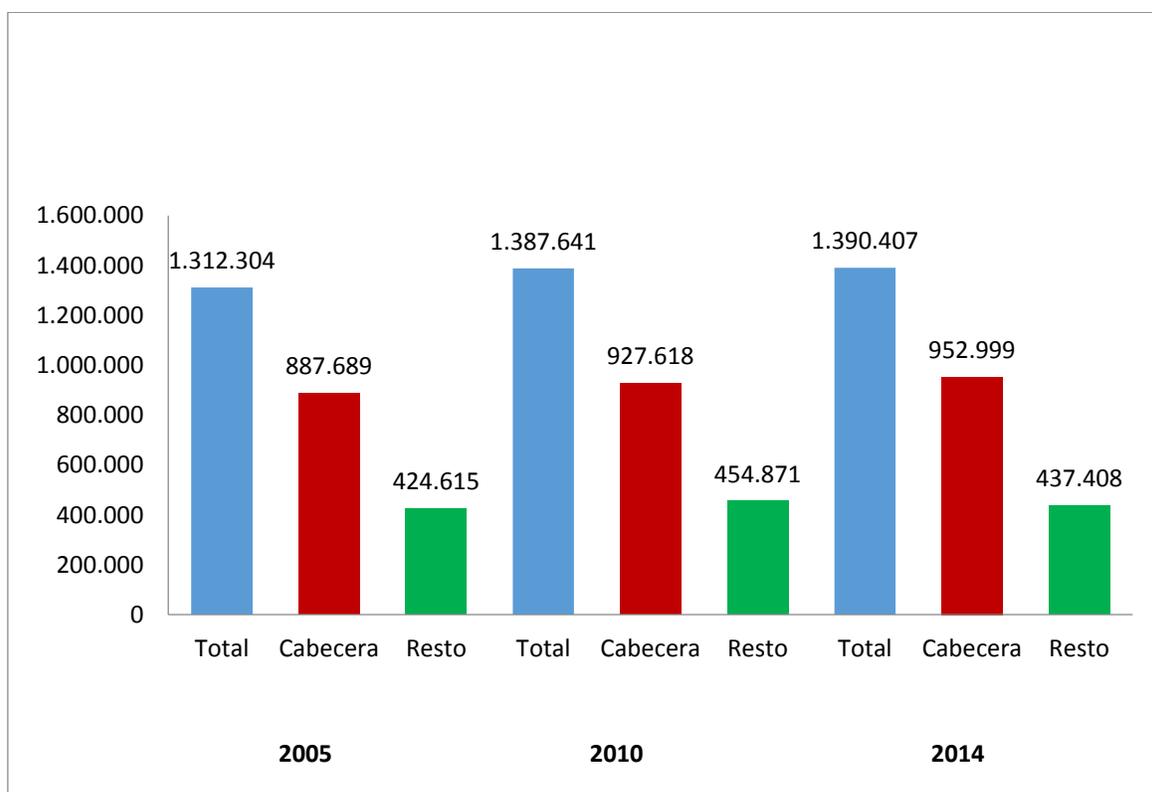


Figura 49. Población en el departamento del Tolima año 2005-2010-2014

Fuente: Censo general DANE 2005, UPRA 2010 – 2014

La información de la población a nivel municipal, reporta que la mayor cantidad de habitantes se ubican en el municipio de Ibagué, seguido del municipio de El Espinal, según los datos del Censo para los años 2005 (DANE, 2006), 2010 y 2014 (UPRA, 2014). Tabla 47. De igual forma, los municipios que representan la menor parte de la población del total departamental para el año 2005 son: Suarez y Murillo con el 0,34% y 0,37% (DANE, 2006). Para el año 2010 son los municipios de Murillo y Suarez con 0.37% y 0.33% (UPRA, 2014), y Alpujarra y Suarez con 0.36% y 0.33% para el año 2014 (UPRA, 2014). Estos porcentajes permiten identificar que el municipio de Suarez, ha sido desde el año 2005 el municipio que presenta la menor cantidad de población en el departamento.

Según los datos presentados por la Organización para las Naciones Unidas en el Programa de Atención Humanitaria al Desmovilizado (PAHD) (PNUD, 2011), en varios municipios del departamento del Tolima, especialmente en los municipios del sur, se desarrolla una recuperación del orden social por medio de diversas acciones del estado colombiano, las cuales han sido fijadas en el llamado Plan de consolidación. Estas acciones han contribuido en la mejora de la seguridad ciudadana, lo cual para esta organización se refleja en el aumento de la población rural en el año 2014 (PNUD, 2011).

En la Tabla 47, se relaciona el número de personas expulsadas de su municipio según los datos reportados para 2005-2014. Los municipios de Anzoátegui, Ataco, Chaparral, Planadas, Río blanco e Ibagué, son los municipios que han estado marcados por la violencia de grupos al margen de la ley y que generaron grandes desplazamientos en estos periodos. Por otra parte, el municipio de Ibagué ha sido el que más población ha recibido en estos mismos años.

Tabla 47. Distribución poblacional del departamento del Tolima 2005- 2010-2014

Municipios	2005			2010			2014		
	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto
Alpujarra	5.098	1.805	3.293	5092	1.853	3.239	5.014	1.863	3.151
Alvarado	8.873	3.138	5.735	8910	3.299	5.611	8.847	3.366	5.481
Ambalema	7.563	5.730	1.833	7249	5.523	1.726	6.908	5.282	1.626
Anzoátegui	8.371	2.016	6.355	17423	2.087	15.336	18.221	2.107	16.114
Armero	12.852	8.745	4.107	12509	8.689	3.820	12.074	8.498	3.576
Ataco	15.665	4.566	11.099	22184	4.861	17.323	22.441	5.118	17.323
Cajamarca	19.501	9.264	10.237	19726	9.744	9.982	19.671	9.935	9.736
Carmen de Apicalá	8.330	6.248	2.082	8605	6.598	2.007	8.760	6.806	1.954
Casabianca	6.793	1.478	5.315	6814	1.486	5.328	6.715	1.469	5.246
Chaparral	46.090	25.134	20.956	46931	26.063	20.868	47.129	26.515	20.614
Coello	8.940	1.531	7.409	9370	1.715	7.655	9.668	1.839	7.829
Coyaima	27.733	4.224	23.509	28120	4.511	23.609	28.253	4.725	23.528
Cunday	8.445	2.282	6.163	10171	2.300	7.871	9.815	2.276	7.539
Dolores	5.636	3.206	2.430	8600	3.450	5.150	8.205	3.303	4.902
Espinal	75.375	55.329	20.046	76405	57.514	18.891	76.291	58.260	18.031
Falán	7.923	1.659	6.264	9251	1.672	7.579	9.225	1.656	7.569
Flandes	27.683	23.484	4.199	28592	24.457	4.135	29.008	24.943	4.065
Fresno	30.750	14.268	16.482	30819	14.721	16.098	30.395	14.857	15.538
Guamo	34.254	16.163	18.091	33628	16.570	17.058	32.628	16.683	15.945
Herveo	8.901	2.205	6.696	8631	2.170	6.461	8.210	2.086	6.124
Honda	26.873	25.991	882	26010	25.190	820	25.032	24.262	770
Ibagué	495.246	465.859	29.387	526547	496.575	29.972	548.215	517.874	30.341
Icononzo	10.130	3.293	6.837	11365	3.385	7.980	11.067	3.422	7.645

Municipios	2005			2010			2014		
	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto
Lérida	18.115	13.977	4.138	18539	14.832	3.707	17.782	14.424	3.358
Líbano	41.650	25.772	15.878	41368	25.702	15.666	40.637	25.294	15.343
Mariquita	32.642	23.376	9.266	33154	23.949	9.205	33.284	24.190	9.094
Melgar	32.636	26.738	5.898	34511	28.421	6.090	35.749	29.542	6.207
Murillo	4.953	1.569	3.384	5066	1.541	3.525	5.032	1.501	3.531
Natagaima	20.268	13.499	6.769	22889	14.543	8.346	22.637	15.003	7.634
Ortega	30.536	7.530	23.006	33048	7.895	25.153	32.611	8.066	24.545
Palocabildo	9.433	2.654	6.779	9398	2.796	6.602	9.240	2.838	6.402
Piedras	5.370	1.612	3.758	5526	1.693	3.833	5.602	1.751	3.851
Planadas	25.442	7.146	18.296	29699	7.446	22.253	29.887	7.586	22.301
Prado	8.605	3.426	5.179	8267	3.397	4.870	7.879	3.299	4.580
Purificación	27.586	15.587	11.999	28601	16.804	11.797	29.154	17.546	11.608
Rioblanco	24.993	4.269	20.724	25094	4.557	20.537	24.659	4.658	20.001
Roncesvalles	6.090	1.727	4.363	6302	1.641	4.661	6.319	1.519	4.800
Rovira	21.250	9.391	11.859	21141	9.755	11.386	20.749	9.897	10.852
Saldaña	14.732	8.207	6.525	14771	8.512	6.259	14.527	8.612	5.915
San Antonio	14.970	4.352	10.618	14849	4.341	10.508	14.483	4.251	10.232
San Luis	13.447	3.663	9.784	19217	3.706	15.511	19.175	3.705	15.470
Santa Isabel	6.453	2.235	4.218	6476	2.275	4.201	6.403	2.281	4.122
Suárez	4.472	1.938	2.534	4534	2.075	2.459	4.545	2.148	2.397
Valle de San Juan	6.131	2.490	3.641	6255	2.716	3.539	6.335	2.869	3.466
Venadillo	18.576	13.208	5.368	19192	13.846	5.346	19.516	14.216	5.300
Villahermosa	10.919	3.399	7.520	10968	3.598	7.370	10.751	3.670	7.081
Villarrica	6.010	2.306	3.704	5824	2.296	3.528	5.520	2.217	3.303

Fuente: Censo general DANE 2005, UPRA 2010 – 2014

Tabla 48. Personas expulsadas y recibidas por municipio años 2005 – 2014 para el departamento del Tolima.

Municipio	Personas Expulsadas 2005	Personas Expulsadas 2014	Personas Recibidas 2005	Personas Recibidas 2014
Alpujarra	27	26	3	8
Alvarado	113	40	25	10
Ambalema	26	19	3	7
Anzoátegui	191	158	48	27
Armero (Guayabal)	88	17	21	16
Ataco	626	721	18	249
Cajamarca	212	255	116	46
Carmen de Apicalá	11	3	4	19
Casabianca	131	40		12
Chaparral	957	773	87	245
Coello	37	19	26	0
Coyaima	628	726	23	44
Cunday	295	78	22	0
Dolores	229	130	3	17
Espinal	62	14	88	366
Falán	121	31	14	4
Flandes	11	4	35	2
Fresno	194	78	85	21
Guamo	150	50	17	27
Herveo	117	20	7	20
Honda	33	6	32	22
Ibagué	708	974	3252	3103
Icononzo	322	76	31	52
Lérida	137	58	32	20
Líbano	448	196	282	217
Mariquita	173	49	35	8
Melgar	16	11	93	123
Murillo	58	20		15
Natagaima	576	220	201	58
Ortega	732	343	35	21
Palocabildo	165	31	16	9
Piedras	9	13	6	6
Planadas	1006	978	293	57
Prado	154	90	33	30
Purificación	106	99	58	17

Municipio	Personas Expulsadas 2005	Personas Expulsadas 2014	Personas Recibidas 2005	Personas Recibidas 2014
Rioblanco	702	610	16	21
Roncesvalles	139	111	6	0
Rovira	488	391	31	111
Saldaña	69	53	10	28
San Antonio	401	283	14	27
San Luis	118	64	13	15
Santa Isabel	113	132	33	45
Suarez	15	7		0
Valle de San Juan	29	17	9	4
Venadillo	153	66	13	27
Villahermosa	206	102	12	11
Villarrica	252	85	24	8

Fuente: SIGOT 2005 – UPRA 2014

Composición de la población del departamento del Tolima por sexo y edad.

Variable fundamental a la hora de establecer acciones para aprovechar el factor humano en la gestión agrícola y ganadera, debido a que la misma puede orientar las necesidades y los roles de la población relacionada con las actividades agrícolas a nivel territorial (tanto hombres como mujeres) y de otros miembros del hogar que pueden cumplir diversas funciones y tener diferentes necesidades de educación, salud, nutrición, y conocimientos técnicos.

En la Figura 50 se muestra que el departamento del Tolima existe mayoría en el número de mujeres, y según la estructura de edades de la población. Se evidencia que existe una población muy joven en su mayoría y ésta se encuentra ubicada entre los 0 y los 24 años de edad, que es la población considerada responsable del futuro del departamento en los próximos 20 años.

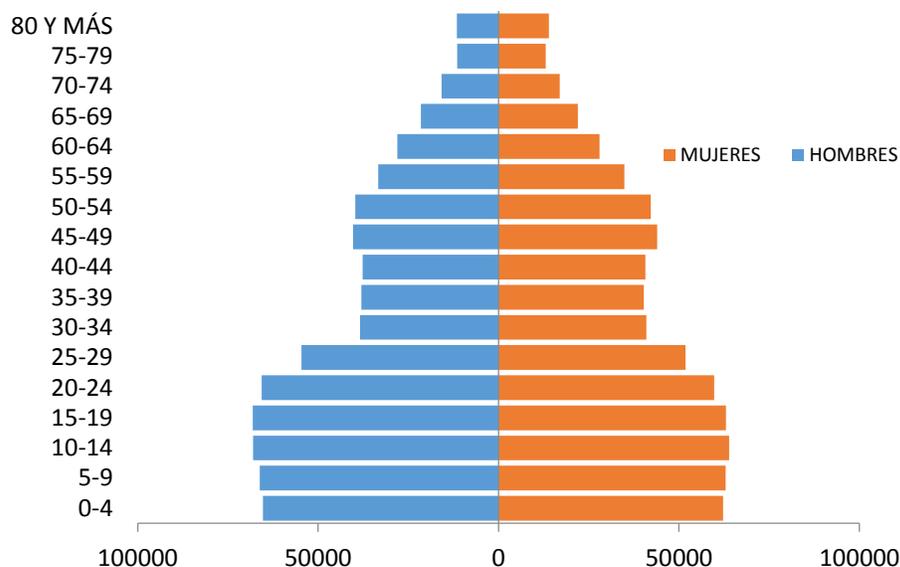


Figura 50. Pirámide poblacional total por grupo de edad y sexo del departamento del Tolima año 2014

Fuente: Estimaciones proyecciones 1985 – 2020 del DANE, 2015

Educación

Es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social, que se fundamenta en una concepción integral de la persona, de su dignidad, de sus derechos y deberes (Ley 115 de 1994) (Ministerio de Educación Nacional, 2012). Constituye un requerimiento mínimo para que las personas puedan incorporarse adecuadamente a la vida productiva y social (Feres y Mancera, 2001). Para la FAO (2001) la educación es el principal pilar del desarrollo humano y un importante factor del desarrollo agrícola.

En este sentido, en el departamento del Tolima, existen actualmente establecimientos de carácter privado y oficial a nivel rural y urbano que satisfacen las necesidades escolares del estudiantado, que ofrecen capacitación en los niveles de preescolar, básica primaria, secundaria y media, se encuentra como fortaleza que los colegios ofrecen en su educación media con formación técnica, que le da pertinencia a la educación. No obstante, el departamento presenta valores bajos en algunos indicadores educativos al ser comparados con los mismos a nivel nacional.

Según la información recopilada en materia de educación, la cobertura educativa es un indicador que muestra el déficit de demanda existente en el sistema educativo, es decir éste indicador evidencia que parte de la población se encuentra por fuera del sistema escolar o no tiene acceso a él (Ministerio de Educación Nacional, 2014). Es un indicador de vital importancia, porque permite conocer las necesidades de atención en materia educativa de una población y corresponde a una relación porcentual entre los alumnos matriculados en un nivel de enseñanza específico (independiente de la edad que tengan) y la población escolar que tiene la edad apropiada para cursar dicho nivel.

De acuerdo a los datos del SIGOT para los años 2007 a 2013 (SIGOT, 2015), se observó un aumento del índice de cobertura neta educativa en el departamento del Tolima para el año 2009 del 51,10 %, mientras que para el año 2013 se presentó una leve disminución del 47,56%, aunque el porcentaje se mantiene sin ninguna variación para los años 2007 y 2008. Figura 51.

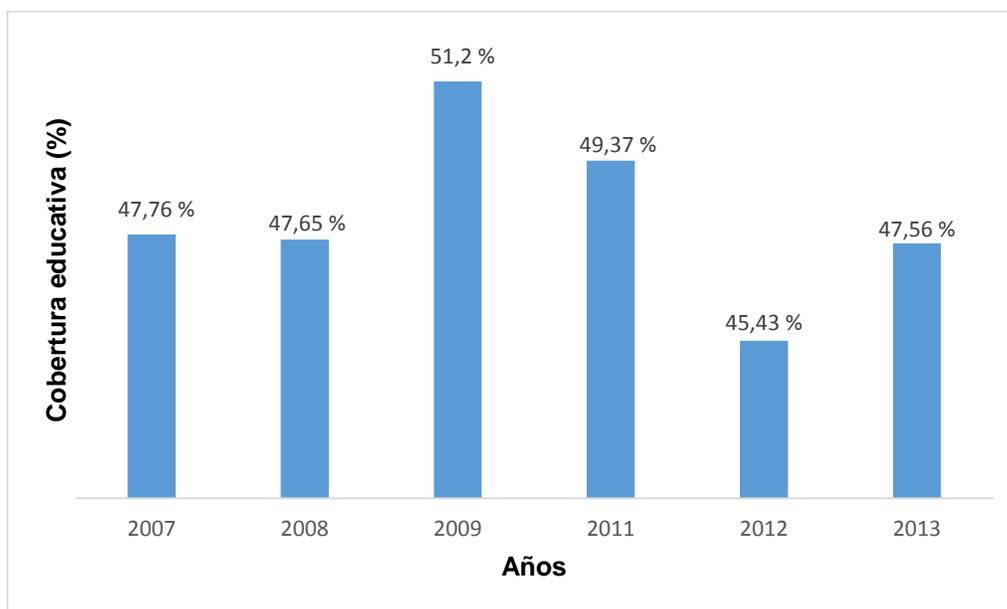


Figura 51. Cobertura, Educación para el Departamento del Tolima (2007-2013).

Fuente: SIG-OT 2015

Para el año 2013 los datos de cobertura escolar bruta mostraron que 63,82 % de los municipios del departamento tienen una cobertura escolar mayor del 98 %, mientras que el 19,15 % de los municipios presenta una tasa de cobertura bruta entre el 90.1% al 98% y 14, 9 % de los municipios tienen una tasa de cobertura entre 70.1 – 90 % (SIGOT, 2015). Tabla 49.

Tabla 49. Tasa de cobertura educativa bruta de los municipios del departamento del Tolima 2007-2013

Municipio	Años de cobertura					
	2007	2008	2009	2011	2012	2013
Alpujarra	106.38	104.8	110.59	101.84	84.14	82
Alvarado	108.08	112.86	120.33	112.31	100.98	106.1
Ambalema	103.69	106.75	99.54	107.72	99.17	96.05
Anzoátegui	55.99	55.36	55.95	55.86	49.61	52.55
Armero	119.63	121.94	123.79	122.82	111.77	113.88
Ataco	92.1	102.53	108.76	102.01	97.01	100.31
Cajamarca	105.67	116.71	117.01	99.26	97.59	110.28
Carmen de Apicalá	102.36	102.76	110.64	114.67	109.62	117.66
Casabianca	88.2	97.98	110.52	104.13	82.75	94.97
Chaparral	115.57	125.22	137.47	112.82	106.57	114.18
Coello	105.77	102.04	112.61	102.45	84.23	87.28
Coyaima	95.6	103.48	117.6	104.83	95.6	98.18
Cunday	98.37	99.77	104.96	99.22	90.42	93.82
Dolores	116.78	111.25	115.64	119.27	106.58	117.17
Espinal	103.44	107.88	110.15	105.67	96.33	102.91
Falán	100.13	100.79	109.9	114.97	107.88	112.41
Flandes	107.63	106.89	126.92	113.72	89.62	100.03
Fresno	97.78	100.24	110.29	111.18	102.07	100.65
Guamo	98.43	103.63	117.08	116.61	102.07	106.82
Herveo	92.16	92.62	99.62	98.73	95.2	95.66
Honda	103.22	100.48	105.82	101.32	103.38	111.03
Ibagué	92.74	92.39	96.95	99.72	97.24	96.14
Icononzo	119.22	114.06	127.66	132.54	118.01	121.48
Lérida	109.76	107.6	118.29	116.41	110	123.72
Libano	99.04	102.13	112.05	118.75	109.01	109.53
Mariquita	108.08	110.8	123.96	117.94	116.04	120.22
Melgar	106.75	107.85	109.36	107.72	105	112.88
Murillo	90.01	79.81	86.12	88.42	78.94	80.44
Natagaima	97.94	95.57	107.63	110.05	86.83	92.68
Ortega	98.75	104.89	112.68	104.84	99.19	102.96
Palocabildo	92.81	92.48	95.22	104.87	85.67	92.94
Piedras	102.59	97.18	103.81	102.8	96.22	101.74
Planadas	98.48	100.21	103.26	97.24	88.54	98.8
Prado	124.51	121.06	129.58	128.5	128.22	129.36
Purificación	104.33	102.42	103.65	96.78	89.02	95.63
Rio blanco	90.39	86.44	93.41	84.54	77.59	86.99
Roncesvalles	122.01	108.65	106.56	116.52	105.74	107.04

Municipio	Años de cobertura					
	2007	2008	2009	2011	2012	2013
Rovira	103.19	106.28	125.5	125.74	119.89	125.8
Saldaña	104.82	98.32	108.7	104.95	97.09	100.74
San Antonio	97.58	103.91	105.22	104.1	102.03	112.21
San Luis	81.98	86.62	105.34	93.4	74.2	79.79
Santa Isabel	118.7	98.15	103.53	103.14	102.11	101.04
Suarez	103.83	89.6	93.58	85.84	73.02	70.43
Valle de San Juan	98.81	96	108.98	92.58	106.81	98.21
Venadillo	75.41	82.77	88.45	75.68	67.62	72.89
Villahermosa	97.75	101.45	106.8	95.82	84.43	94.97
Villarrica	119.82	102.8	109.41	107.67	112.94	114.30
TOTA	4776.28	4765.4	5110.9	4937.97	4543.99	4756.9

Fuente: SIG-OT 2015

En la cobertura escolar a nivel territorial, el mayor porcentaje lo presenta el municipio de Prado con un promedio de cobertura bruta de 128,7 % entre los años 2007 a 2013, mientras que el municipio de Anzoátegui en el transcurso de los años ha presentado la cobertura educacional más baja con un promedio de cobertura poblacional de 54.22 (SIG-OT, 2015)..

Según los datos de la matrícula en los niveles de la educación formal para el año 2014, ésta hace referencia a un decrecimiento del 15.3 % de la población estudiantil matriculada. Estos porcentajes corresponden a cerca del doble de la nacional, que es del 7.77 % (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

En cuanto a la relación de la matrícula por área, se encuentra que 42 % de la población matriculada para el departamento del Tolima se ubica en la zona resto (rural) mientras que el 58 % corresponde al sector urbano. Los promedios de quienes asisten a planteles oficiales rurales son significativamente más bajos que los de aquellos que están matriculados en colegios públicos urbanos. Además, es en el área rural donde la gran mayoría de estudiantes presenta las peores condiciones socioeconómicas.

De acuerdo a información del índice de calidad de vida para los municipios en Colombia a partir de datos del DANE (2014a), se menciona que es notorio el bajo logro educativo en las zonas rurales. Mientras que la población urbana de 15 años y más tiene al menos los 9 años de educación obligatoria, la población en zona rural tiene tan solo primaria completa (5,1 años). Documento que señala que el problema no es solo en cobertura sino de pertinencia y calidad, para que la educación se traduzca en mayores ingresos, productividad y competitividad para el sector rural.

Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

El NBI hace referencia al porcentaje de personas vs. Hogares sobre la población total vs. Total de hogares que tiene al menos una necesidad básica insatisfecha –NBI- (DANE, 2014b) El cálculo del NBI busca establecer con ayuda de factores relacionados con la población, si las necesidades básicas necesarias para vivir dignamente se encuentran cubiertas en la población. De esta forma, se determina si existen grupos de personas que no alcancen un umbral mínimo fijado a nivel Nacional, los que se encuentran en lo que se denomina pobreza estructural, es decir porque incrementos temporales del ingreso, no permitirán que los individuos salgan de ésta condición.

Según la metodología del NBI (DANE, 2014b) se definen como pobres todas las personas que habitan en vivienda con una o más de las siguientes características: i. Viviendas inadecuadas para habitación humana en razón de los materiales de construcción utilizados. ii. Viviendas con hacinamiento crítico (Más de tres personas por cuarto de habitación). iii. Vivienda sin acueducto o sanitario iv. Viviendas con alta dependencia económica (más de tres personas por miembro ocupado) y el jefe hubiera aprobado como máximo dos años de educación primaria. v. Viviendas con niños entre 6 y 12 años que no asistieran a la escuela

No obstante, la determinación de las necesidades básicas depende del entorno cultural y económico de cada región, existen indicadores que comúnmente son utilizados para analizar la pobreza. Para Colombia, los factores simples que selecciona este indicador de necesidades, se relacionan con los aspectos de la salud, educación y vivienda y muestra el comportamiento de éstos con base en la información oficial ofrecida por el DANE.

Es importante tener en cuenta que el NBI es una medida de pobreza que considera varias dimensiones de ésta, pues relaciona el bienestar de un hogar no en términos de su capacidad de consumo (pobreza de acuerdo al ingreso) sino en términos de algunos elementos críticos de la canasta de servicios de vivienda, o servicios educativos que efectivamente consume.

En Colombia, el cálculo del índice de NBI tiene en cuenta variables relacionadas con las viviendas con hacinamiento crítico, con condiciones físicas impropias para el alojamiento humano, servicios inadecuados, alta dependencia económica o niños en edad escolar que no asisten a la escuela (DANE, 2014b).

Sin embargo si se tiene en cuenta que cada uno de los indicadores al cual hace referencia el índice son de diferente tipo, se constituye uno compuesto que clasifica como pobre aquellos hogares que estén, al menos, en una de las

situaciones de carencia expresada por los indicadores simples y en situación de miseria los hogares que tengan dos o más de los indicadores simples de necesidades básicas insatisfechas (DANE, 2014b).

Según los resultados del censo 2005, a nivel Nacional, éste índice evidenció que 27,7% de la población del país tiene Necesidades Básicas Insatisfechas. A nivel Departamental, éste valor es de 29,85 % y 50,92 % para la población ubicada en la parte rural.

Un análisis comparativo para los años 2005, 2010 (SIG-OT, 2015) y 2014 (UPRA, 2014) tanto de la información del índice para la población urbana y la ubicada en las zonas rurales se registra que 69,56% de los municipios del departamento del Tolima presentan un NBI superior al departamental (50,92%). Tabla 50. Según los datos del Censo 2005, los municipios de Coyaima, Ataco, Rioblanco, Ortega, Planadas y Suarez presentan porcentajes índice de NBI superiores al 60%. Se destacan los municipios de Coyaima, Ataco y Chaparral con índices superiores al 70% para el área rural constituyéndose en municipios con hogares que presentan un bajo porcentaje de satisfacción de las necesidades definidas como básicas para subsistir. El municipio de Anzoátegui presenta un valor de 100% al no encontrarse información suficiente para la estimación. En la Figura 52, se presenta el mapa de NBI para el sector rural y en la Figura 53, el NBI para el sector urbano.

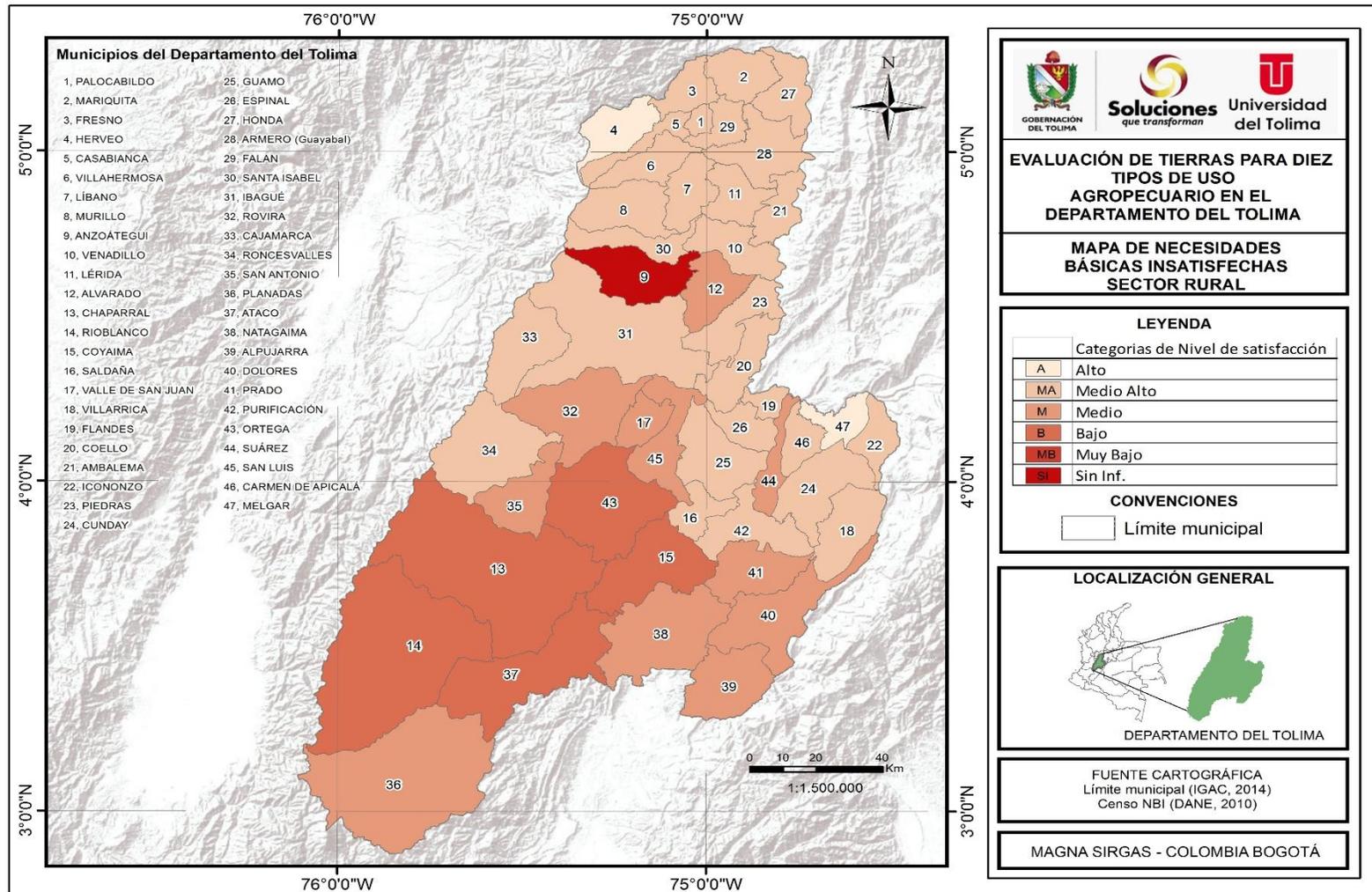


Figura 52. Distribución de las categorías de niveles de satisfacción a partir de datos del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. Sector Rural.

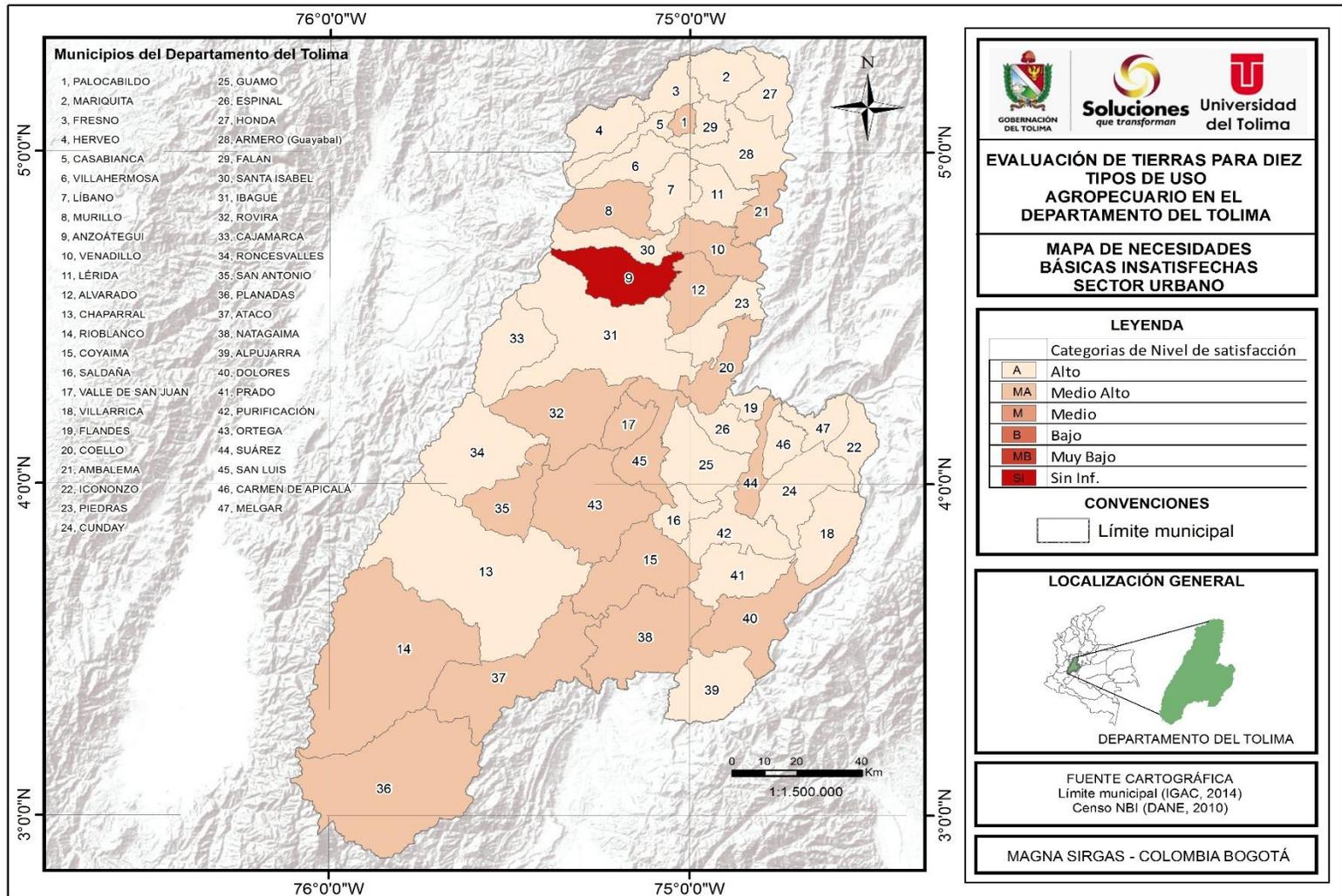


Figura 53. Distribución de las categorías de niveles de satisfacción a partir de datos del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. Sector Urbano.

Tabla 50. Índice de necesidades insatisfechas en los municipios del departamento del Tolima 2005-2014

Municipio	2005			2010			2014		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Alpujarra	39.31	28.8	44.92	39.31	28.8	44.92	39.31	28.80	44.92
Alvarado	45.82	33.08	52.85	45.82	33.08	52.85	45.82	33.08	52.85
Ambalema	34.39	35.34	31.4	34.39	35.34	31.4	34.39	35.34	31.40
Anzoátegui	100	100	100	100	100	100	100.00	100.00	100.00
Armero	32.63	29.82	38.61	32.63	29.82	38.61	32.63	29.82	38.61
Ataco	66.43	43.96	75.66	66.43	43.96	75.66	66.43	43.96	75.66
Cajamarca	28.34	20.29	35.57	28.34	20.29	35.57	28.34	20.29	35.57
Carmen De Apicalá	28.69	24.99	39.73	28.69	24.99	39.73	28.69	24.99	39.73
Casabianca	32.55	18.65	36.18	32.55	18.65	36.18	32.55	18.65	36.18
Chaparral	47.65	26.58	72.64	47.65	26.58	72.64	47.65	26.58	72.64
Coello	45.77	37.61	47.45	45.77	37.61	47.45	45.77	37.61	47.45
Coyaima	71.74	36.35	78.09	71.74	36.35	78.09	71.74	36.35	78.09
Cunday	40.54	25.58	46.02	40.54	25.58	46.02	40.54	25.58	46.02
Dolores	45.32	34.18	59.92	45.32	34.18	59.92	45.32	34.18	59.92
Espinal	27.93	22.15	43.49	27.93	22.15	43.49	27.93	22.15	43.49
Falán	35.85	24.03	38.93	35.85	24.03	38.93	35.85	24.03	38.93
Flandes	21.4	19	34.85	21.4	19	34.85	21.40	19.00	34.85
Fresno	28.2	19.2	35.92	28.2	19.2	35.92	28.20	19.20	35.92
Guamo	33.94	28.01	39.19	33.94	28.01	39.19	33.94	28.01	39.19
Herveo	23.43	11.22	27.42	23.43	11.22	27.42	23.43	11.22	27.42
Honda	18.83	18.08	39.57	18.83	18.08	39.57	18.83	18.08	39.57
Ibagué	16.23	14.88	37.6	16.23	14.88	37.6	16.23	14.88	37.60
Icononzo	34.75	20.4	41.62	34.75	20.4	41.62	34.75	20.40	41.62
Lérida	27.35	25.89	32.24	27.35	25.89	32.24	27.35	25.89	32.24
Libano	29.83	20.87	44.28	29.83	20.87	44.28	29.83	20.87	44.28
Mariquita	23.5	16.98	39.89	23.5	16.98	39.89	23.50	16.98	39.89
Melgar	16.58	14.18	27.22	16.58	14.18	27.22	16.58	14.18	27.22
Murillo	39.61	33.59	42.38	39.61	33.59	42.38	39.61	33.59	42.38
Natagaima	47.04	41.33	58.38	47.04	41.33	58.38	47.04	41.33	58.38
Ortega	64.04	43.65	70.7	64.04	43.65	70.7	64.04	43.65	70.70
Palocabildo	38	30.65	40.86	38	30.65	40.86	38.00	30.65	40.86
Piedras	33.51	26.21	36.62	33.51	26.21	36.62	33.51	26.21	36.62
Planadas	60.17	36.81	69.26	60.17	36.81	69.26	60.17	36.81	69.26
Prado	40.33	18.99	54.49	40.33	18.99	54.49	40.33	18.99	54.49

Municipio	2005			2010			2014		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Purificación	33.44	25.77	43.35	33.44	25.77	43.35	33.44	25.77	43.35
Rioblanco	65.95	33.42	72.55	65.95	33.42	72.55	65.95	33.42	72.55
Roncesvalles	35.51	26.87	38.84	35.51	26.87	38.84	35.51	26.87	38.84
Rovira	45.96	31.85	57.59	45.96	31.85	57.59	45.96	31.85	57.59
Saldaña	31.65	28.18	36	31.65	28.18	36	31.65	28.18	36.00
San Antonio	51.33	33.81	58.51	51.33	33.81	58.51	51.33	33.81	58.51
San Luis	47.95	36.91	52.07	47.95	36.91	52.07	47.95	36.91	52.07
Santa Isabel	29.09	27.99	29.67	29.09	27.99	29.67	29.09	27.99	29.67
Suarez	51.95	38.13	62.49	51.95	38.13	62.49	51.95	38.13	62.49
Valle De San Juan	48.74	37.31	56.55	48.74	37.31	56.55	48.74	37.31	56.55
Venadillo	34.92	31.78	42.63	34.92	31.78	42.63	34.92	31.78	42.63
Villahermosa	28.36	17.62	33.11	28.36	17.62	33.11	28.36	17.62	33.11
Villarrica	35.46	25.27	41.61	35.46	25.27	41.61	35.46	25.27	41.61

Fuente: SIG-OT 2005-2010, UPRA 2014

Fuente: SIG-OT 2015

Índice de Pobreza

La pobreza considerada como la carencia de bienes y servicios materiales requeridos para vivir y funcionar como un miembro de la sociedad, es calculada oficialmente en Colombia de dos formas; la primera es a partir de los ingresos monetarios de los hogares, conocida como pobreza monetaria. La segunda, es a partir del Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), que evalúa cinco dimensiones; las condiciones educativas del hogar; condiciones de la niñez y la juventud; trabajo; salud; y acceso a servicios públicos y condiciones de la vivienda (DANE, 2014a).

Estas dimensiones involucra 15 indicadores y en los hogares que tengan privación en por lo menos el 33% de los indicadores señalados, son considerados pobres. Es importante mencionar que ambas medidas son complementarias y no excluyentes para analizar la pobreza (CEPAL; 2002).

En este contexto, el departamento del Tolima para el año 2014 ocupó el puesto 14 entre los departamentos que presentan mayor pobreza relacionada con el ingreso monetario en Colombia. Aunque, al comparar la evolución de la pobreza departamental con el promedio nacional para los años 2005-2014, el departamento presenta un porcentaje de 0.8 menor de pobreza (DANE, 2014a). Pese a que es una diferencia mínima, los niveles cada año son mayores en el departamento con respecto al total nacional. Es así, que los niveles de reducción de la pobreza en el

departamento, han sido los más lentos en comparación con los datos reportados a nivel nacional.

En el departamento entre 2002 y 2010, se redujeron los índices de pobreza e indigencia, en 10.2% y 3.6%, mientras en Colombia, fueron de 12.2% y 5.3% respectivamente. De acuerdo a los datos del DANE (2014a), en el año 2010, el 45.1% de la población se encontraba por debajo de la línea de pobreza y el 17.3% por debajo de la línea de indigencia. Estas cifras indican que el departamento de Tolima presenta unos grados de pobreza y de indigencia relativamente altos en comparación con el promedio nacional de 37.2% en pobreza y 12.3% de la población en indigencia.

No obstante, según el Boletín de prensa del DANE (2015), el departamento del Tolima alcanzó una incidencia de la pobreza monetaria para el año 2014 de 32,5 %, mientras que para el año 2013 fue del 34,8% y en el año 2012 fue 42,3%, con una disminución de 10,2 puntos porcentuales. Este valor es considerado prometedor cuando a nivel nacional, la pobreza tuvo una disminución de 2,1 puntos porcentuales ya que pasa de 32,7% en 2012 a 30,6% en 2013.

En lo que respecta al Índice de Pobreza Monetaria, los resultados para el departamento del Tolima muestran una incidencia de la pobreza multidimensional superior a la observada a nivel nacional, tanto en las áreas urbanas (cabecera) como rurales (resto) (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

Según los datos presentados por el Delgado y Ulloa (2015) analizados por FEDESARROLLO, a nivel del IPM por municipio, se tiene que 40 de los 47 municipios presentan índices de pobreza superiores al promedio departamental y en 14 de ellos superan el 75 %.

Distribución de Ingresos Índice de Gini

El indicador de concentración del ingreso medido por el coeficiente de Gini, permite medir el grado de desigualdad en la distribución del ingreso y se calcula entre 0 y 1, en donde el número cero corresponde a la perfecta igualdad (todos tienen los mismos ingresos) y 1 corresponde a la perfecta desigualdad (una persona tiene todos los ingresos). En Colombia, se calcula a partir de la Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH- realizada por el DANE (DANE, 2012).

Según el IGAC (2009), en Colombia la distribución de la propiedad de la tierra y de los ingresos cambia desde el año 2005, donde para este año el índice de Gini reflejó un coeficiente de 0.77, el cual se incrementó para el año 2009 en un 0.85 (IGAC, 2009).

En el departamento del Tolima entre los años 2008 a 2010 el coeficiente de Gini total pasó de 0,515 a 0,549, refleja un ligero ascenso en su puntuación.

Para el año 2014, la dinámica del índice de Gini entre los municipios del departamento del Tolima y el Nacional es un poco diferente, los índices mayores para algunos municipios del departamento que el total departamental. Se observa en la Figura 55, que los niveles de desigualdad obtenidos a partir de los valores del índice de Gini, donde el 72,34 % de los municipios del departamento presentan valores por encima de 0,70 que muestra un alto grado de desigualdad en la distribución de los ingresos y de la distribución de la tierra.

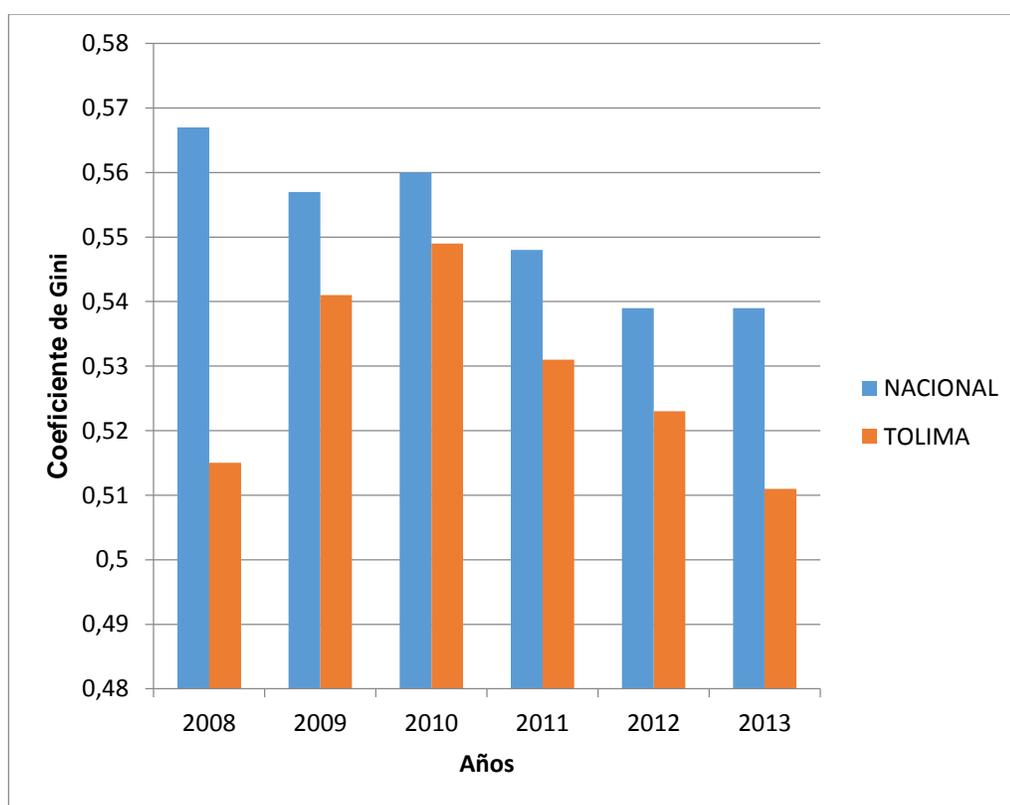


Figura 54. Comparativo del Coeficiente de Gini 2002-2013 (Nacional y departamento del Tolima).

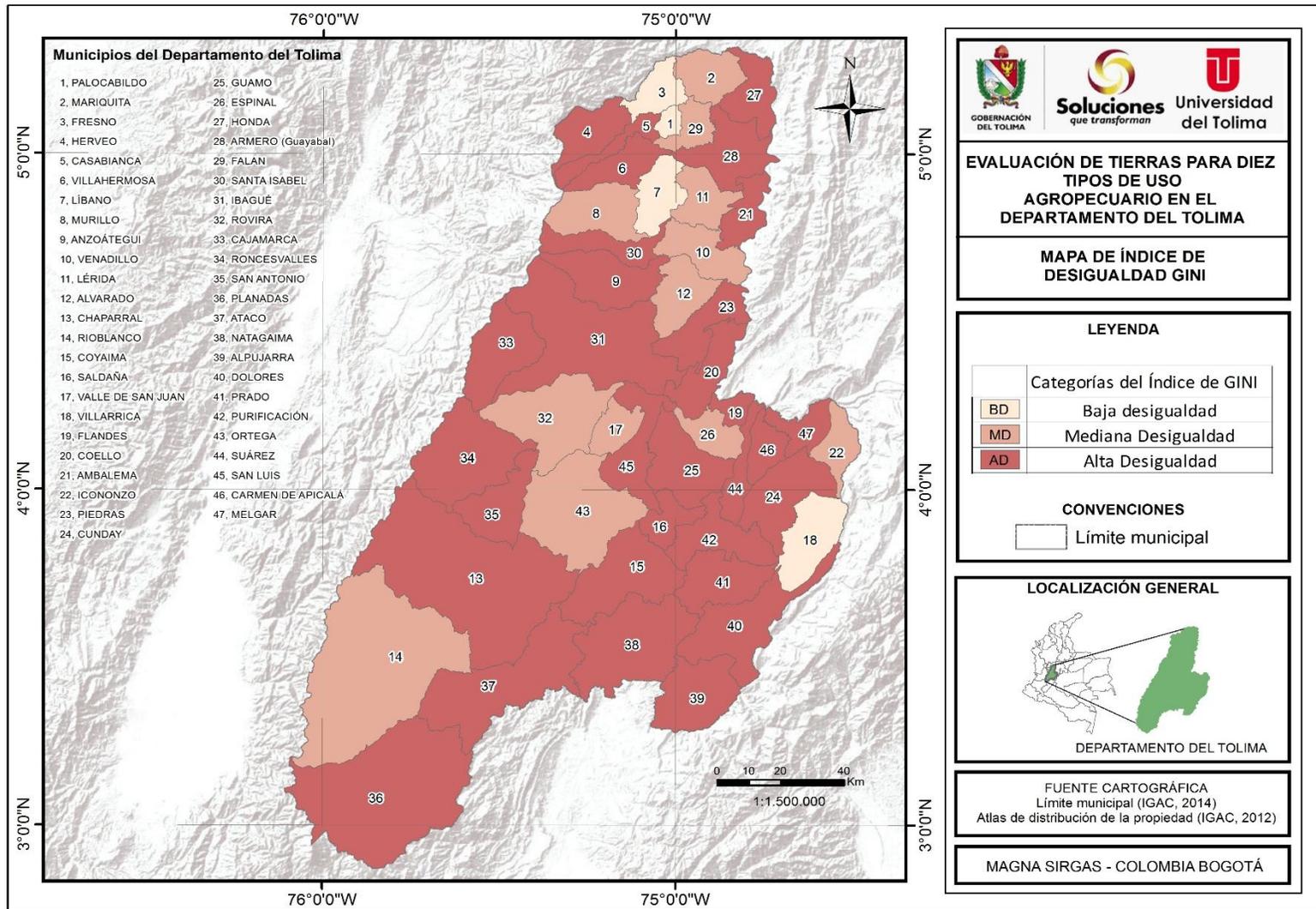


Figura 55. Niveles de desigualdad en el departamento del Tolima a partir del índice GINI.
 Fuente: IGAC, 2012

Los valores más altos del índice se presentan en los municipios de Carmen de Apicalá (0.845 Gini, 0.823 Gini de tierras y 0.796 Gini de propietarios), Honda (0.826 Gini, 0.796 Gini de tierras y 0.809 Gini de propietarios) y Cajamarca (0.801 Gini, 0.801 Gini de tierras y 0.806 Gini de propietarios), que permite inferir la tendencia del departamento al igual que la del país sobre la distribución de la propiedad de la tierra, en grandes extensiones de tierra, comúnmente improductiva y desaprovechadas, y utilizadas fundamentalmente para la ganadería extensiva. Aunque como lo señala Ibáñez (2008), para Colombia se ha encontrado una relación positiva entre la concentración de la propiedad rural y la incidencia del conflicto armado que es importante considerar en este análisis.

Los valores más bajos se presentan en los municipios de Fresno (0.580 Gini, 0.578 Gini de tierras y 0.636 Gini de propietarios), Líbano (0.594 Gini, 0.592 Gini de tierras y 0.622 Gini de propietarios) y Villarrica (0.542 Gini y 0.548 Gini de tierras), lo cual indica que en estos municipios se presenta bajo grado de desigualdad en la distribución del ingreso (IGAC, 2012). Tabla 51

Según los datos del IGAC y CCI (2002), el país cuenta con 113.9 millones de hectáreas, de las cuales un poco menos de 42.6 millones tiene vocación de uso agropecuaria (21.5 y 21.1 millones para agricultura y ganadería respectivamente). El uso productivo de estas hectáreas difiere, sin embargo, de su vocación: 3,8 millones están destinadas a uso agrícola, 43,2 millones a ganadería y pastos y 7.3 millones se mantienen improductivas (IGAC y CCI, 2002).

Tabla 51. Índice de coeficiente Gini de los municipios del departamento del Tolima, 2014

Municipio	Índice Gini	Gini de Tierras	Gini de Propietarios
Alpujarra	0.811	0.815	0.753
Alvarado	0.702	0.707	0.683
Ambalema	0.759	0.739	0.777
Anzoátegui	0.753	0.754	0.749
Armero	0.777	0.766	0.784
Ataco	0.726	0.724	0.753
Cajamarca	0.801	0.801	0.806
Carmen de Apicalá	0.845	0.823	0.796
Casabianca	0.754	0.715	0.730
Chaparral	0.736	0.740	0.780
Coello	0.768	0.764	0.730
Coyaima	0.808	0.802	0.776
Cunday	0.759	0.763	0.731
Dolores	0.724	0.719	0.705

Espinal	0.669	0.665	0.687
Falán	0.674	0.674	0.682
Flandes	0.786	0.789	0.746
Fresno	0.580	0.578	0.636
Guamo	0.771	0.769	0.786
Herveo	0.790	0.787	0.834
Honda	0.826	0.796	0.809
Ibagué	0.788	0.785	0.798
Icononzo	0.637	0.634	0.660
Lérida	0.709	0.703	0.662
Líbano	0.594	0.592	0.622
Mariquita	0.700	0.812	0.770
Melgar	0.806	0.673	0.642
Murillo	0.670	0.798	0.747
Natagaima	0.794	0.701	0.723
Ortega	0.698	0.575	0.581
Palocabildo	0.571	0.713	0.642
Piedras	0.715	0.752	0.784
Planadas	0.750	0.756	0.785
Prado	0.759	0.719	0.705
Purificación	0.715	0.709	0.734
Rio blanco	0.697	0.769	0.751
Roncesvalles	0.771	0.667	0.682
Rovira	0.668	0.768	0.767
Saldaña	0.769	0.695	0.686
San Antonio	0.714	0.759	0.735
San Luis	0.764	0.689	0.720
Santa Isabel	0.819	0.816	0.765
Suarez	0.768	0.771	0.733
Valle de San Juan	0.645	0.650	0.653
Venadillo	0.707	0.705	0.723
Villahermosa	0.710	0.712	0.729
Villarrica	0.542	0.548	0.804

Fuente: Boletín de Prensa DANE 2014

A nivel territorial, el NBI y el índice de Gini, inciden notablemente en los niveles de pobreza de la población y demuestran la situación de rezago socioeconómico de algunos municipios en el departamento, con efectos negativos en la población rural como el desempleo y la violencia política.

Población cabildo y resguardos indígenas

El departamento del Tolima se ha caracterizado a nivel nacional por alojar a un gran número de familias descendientes de comunidades indígenas, a las cuales se les respeta su herencia cultural y territorial. Los resguardos indígenas son zonas protegidas donde las comunidades pueden vivir con cierta autonomía al gobierno nacional, lo que genera su propia administración mediante el Consejo Regional Indígena del Tolima, CRIT (Ramírez, 2012). El CRIT es un ente que desde 1982 vela por la seguridad de las tradiciones y el bienestar de los pueblos indígenas en la zona del departamento del Tolima.

En el departamento del Tolima, existen dos grandes familias de indígenas, en el norte los Bocaneme ubicados entre el municipio de Mariquita y Fresno y en el sur los Pijao, los cuales son conformados por alrededor de 220 comunidades indígenas ubicadas en los municipios de Coyaima, San Antonio, Natagaima y Planadas, los municipios donde hay la mayor concentración es Coyaima y Natagaima, los cuales albergan el 70% y 30% de esta población para el Triángulo del Tolima (INCODER, 2007). La comunidad Pijao es considerada como un patrimonio cultural y lingüístico para la nación

En la Tabla 52, se presenta el total de comunidades indígenas que se registran actualmente para el departamento del Tolima. Según Ramírez (2012), algunas de estas comunidades han sido víctimas del conflicto armado que se presenta en la región, lo que ha generado que algunas se hayan disuelto parcial o totalmente.

Tabla 52. Resguardos del Tolima: Ubicación, etnias, áreas y población (ajustada a diciembre de 2003 – certificación para la vigencia 2003)

Departamento	Municipio	Resguardo	Pueblo Indígena
	Coyaima	Amayarco, Castilla – Angosturas, Chenche-Socorro-Los Guayabos, Chenche, Buenos Aires Independiente, Chenche, Buenos Aires, Tradicional, Chenche Media, Luna, El Tambo, Hilarquito, La Tutira, Las Palmas, Lomas De Hilarco, Nueva Esperanza, Potrerito, Potrerito-Doyare, San Miguel, Santa Marta-Diamante, Santa Marta Inspección, Santa Marta Palmar, Totarco, Dinde-Independiente, Totarco Dinde , adicional, Totarco Niple, Totarco Piedras, Totarco Tamarindo, Tres Esquinas, Zaragoza, Tamarindo,	Coyaima

	Natagaima	Anacarco, Barzaloza, Bateas, Chaquira, Diamante, Guasimal, Imba, Los Angeles, Ollirco, Mercadillo, Pacande, Palma Alta, Pocharco, Pueblo Nuevo, Quebraditas, Rincon Bodega, Rincon De Anchique, San Miguel, Tamirco, Tinajas, Yaco, Molana.	Coyaima
Planadas Rio blanco	Gaitania	Las Mercedes	Nasa
San Antonio	San Antonio de Calarma	San Antonio	

Fuente. (Ministerio de Educación, 2015).

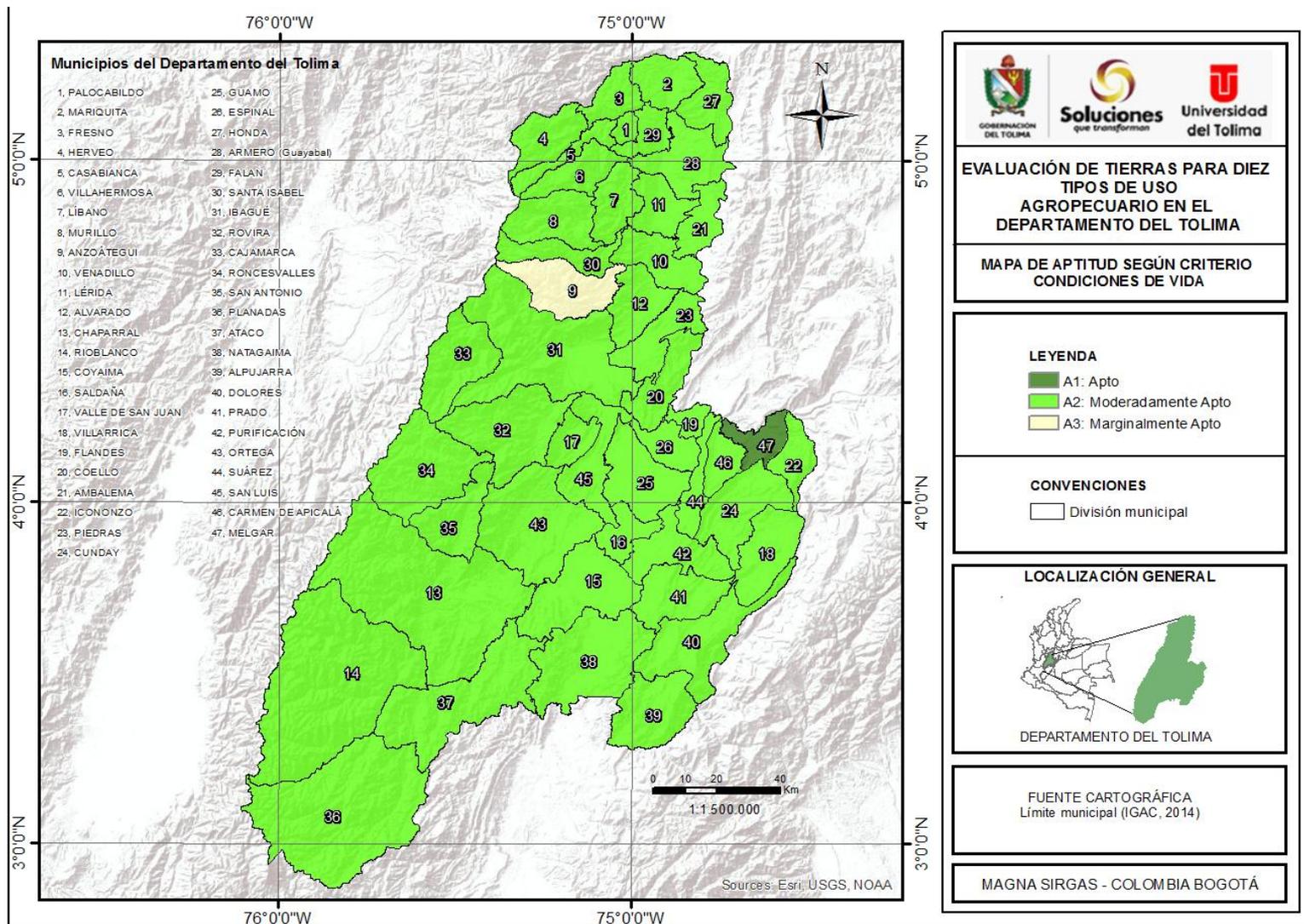


Figura 56. Distribución espacial de la aptitud de condiciones de vida para el departamento del Tolima.

4.2.8 Tipo de propiedad

Criterio relacionado con la tenencia de la tierra, ocupación y uso. De acuerdo al análisis realizado Figura 59, se encuentra que el departamento del Tolima, el 79% de los predios están en propiedad de particulares y el 15,45 % se encuentra sin información. La cual se concentra en mayor medida en el municipio de Chaparral con 157 659.31 ha (6.53%).

Sin embargo este criterio no debe de verse aislado. INCODER (2015), en información básica de su propuesta de Inversiones en saneamiento, formalización y ordenamiento productivo de la tierras rurales a nivel nacional, presenta que una de las problemáticas del desarrollo productivo sostenible del sector agropecuario que existe en el sector rural, es el desconocimiento del uso, tenencia y ocupación de la tierra, sumado a situaciones del conflicto, pérdida de derechos por parte de campesinos sobre predios que habitaban; afectación por procesos de reubicación de familias campesinas entre otros. Aspectos que no se alejan de la realidad Tolimense

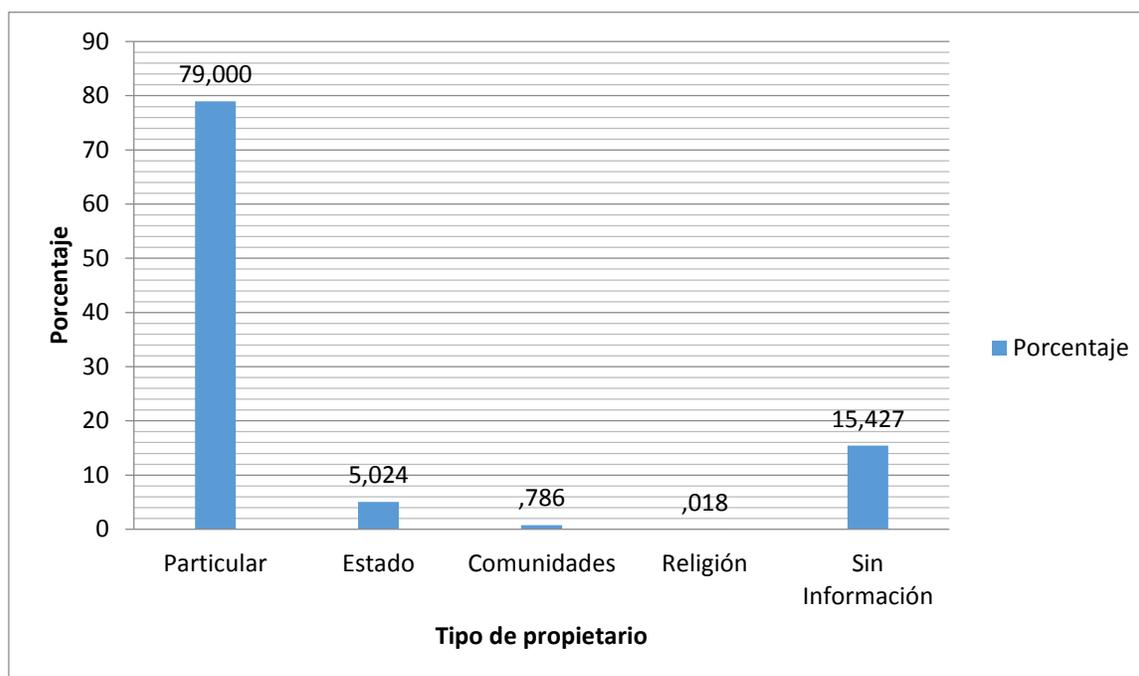


Figura 57. Distribución de la propiedad según tipo de propietario del departamento del Tolima.

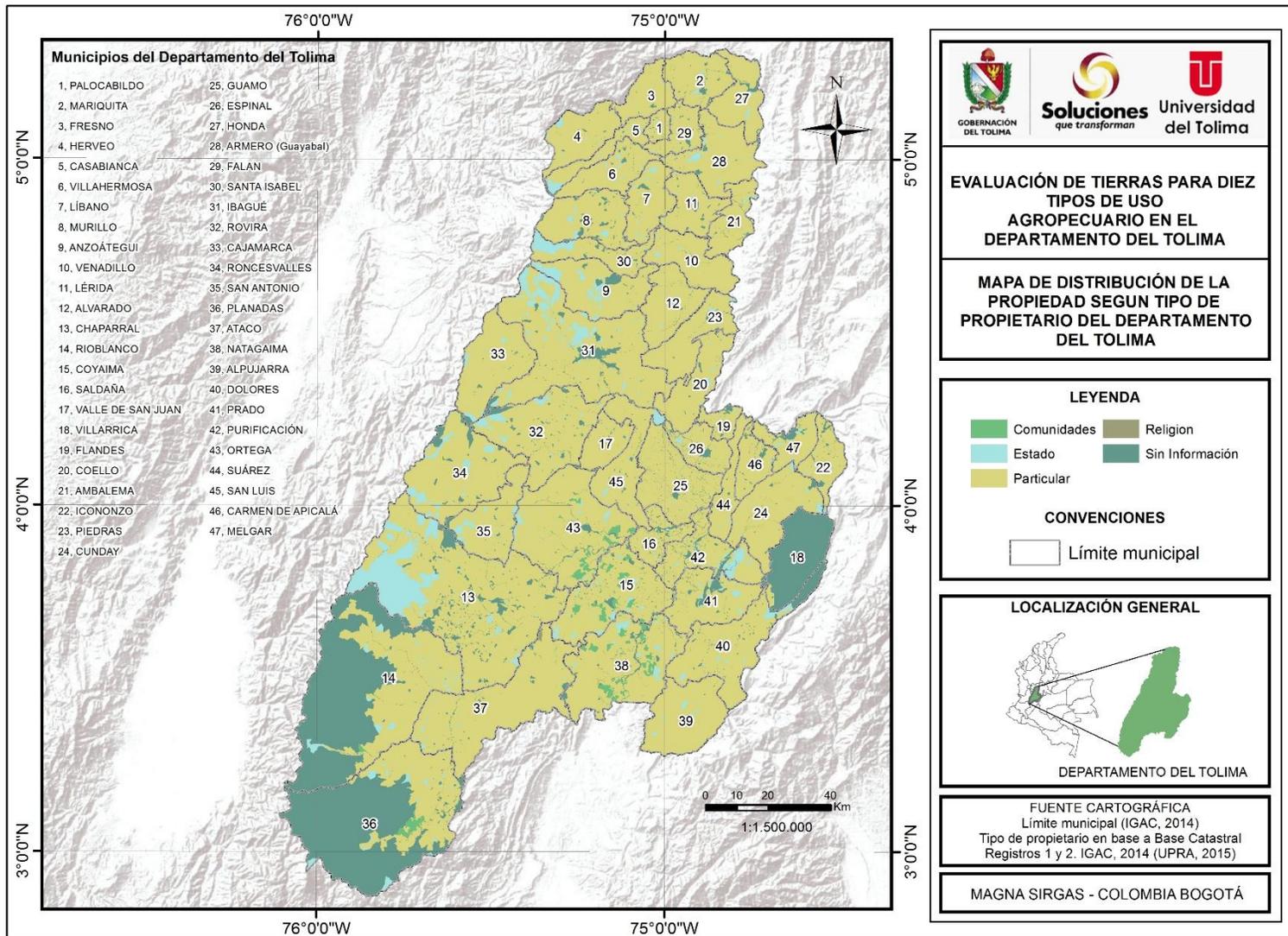


Figura 58. Aptitud según criterio tipo de propiedad para el departamento del Tolima.

4.3 COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO.

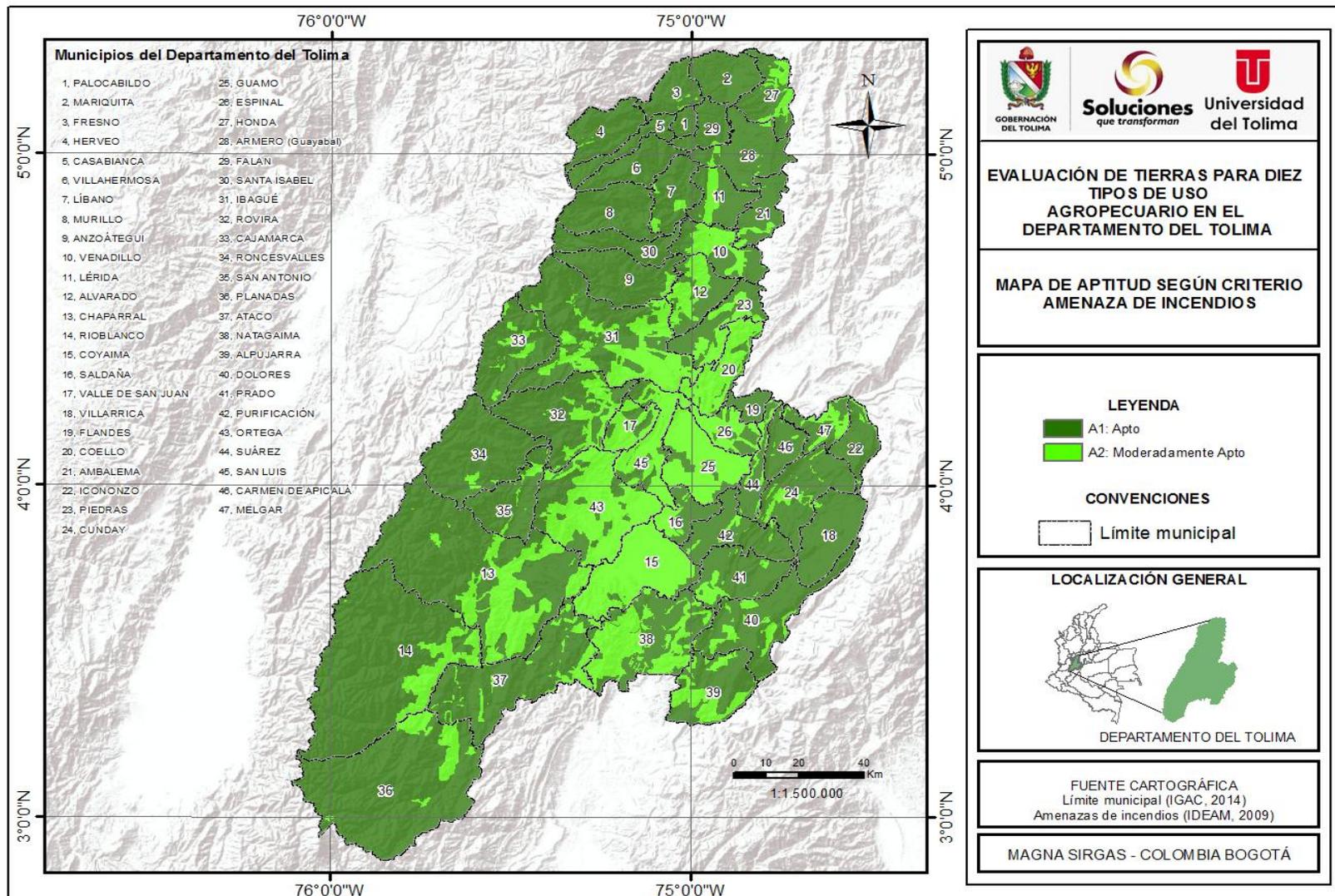


Figura 59. Aptitud según criterio de amenaza de incendios para el departamento del Tolima.

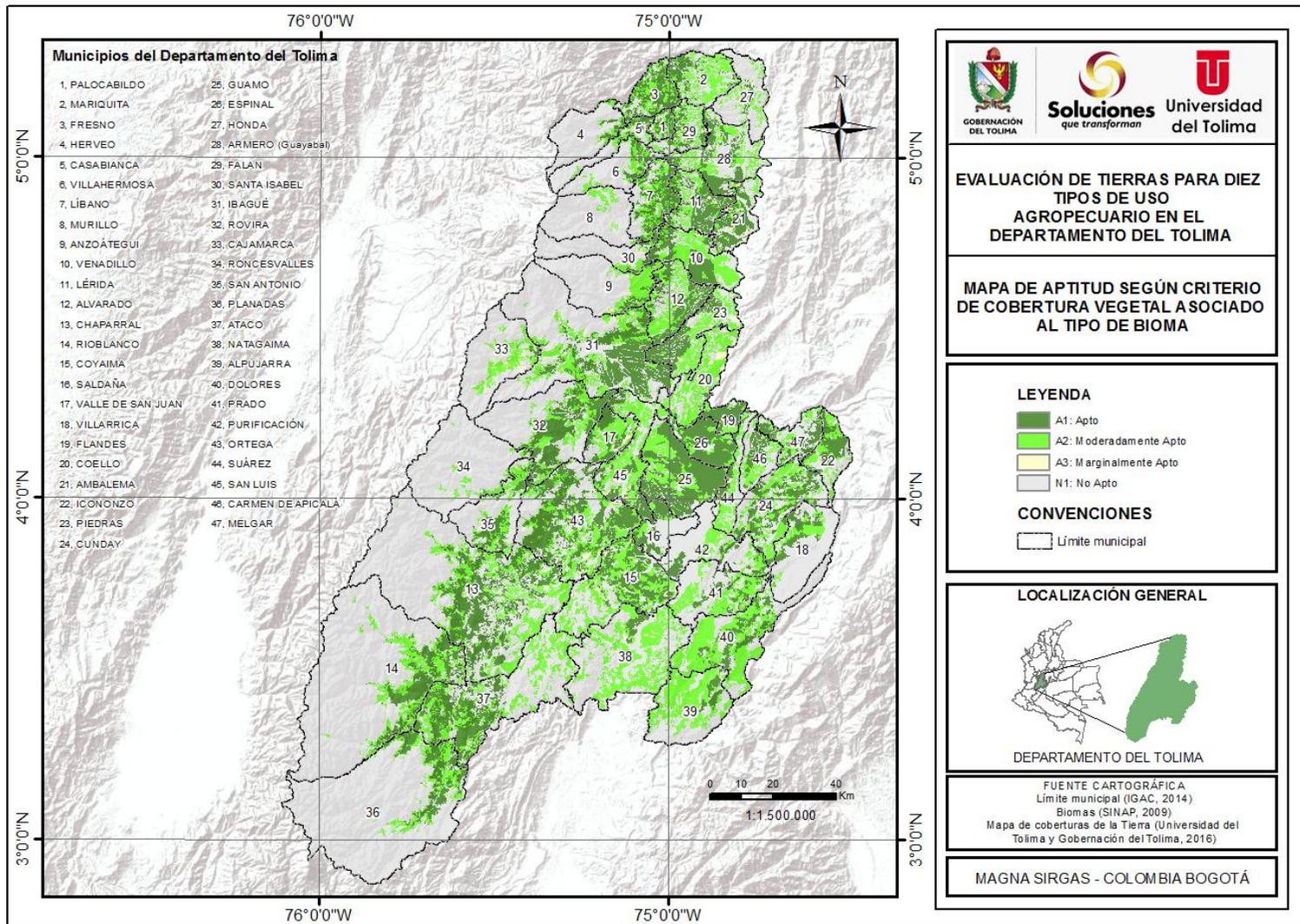


Figura 60. Aptitud según criterio de cobertura vegetal asociado al tipo de bioma

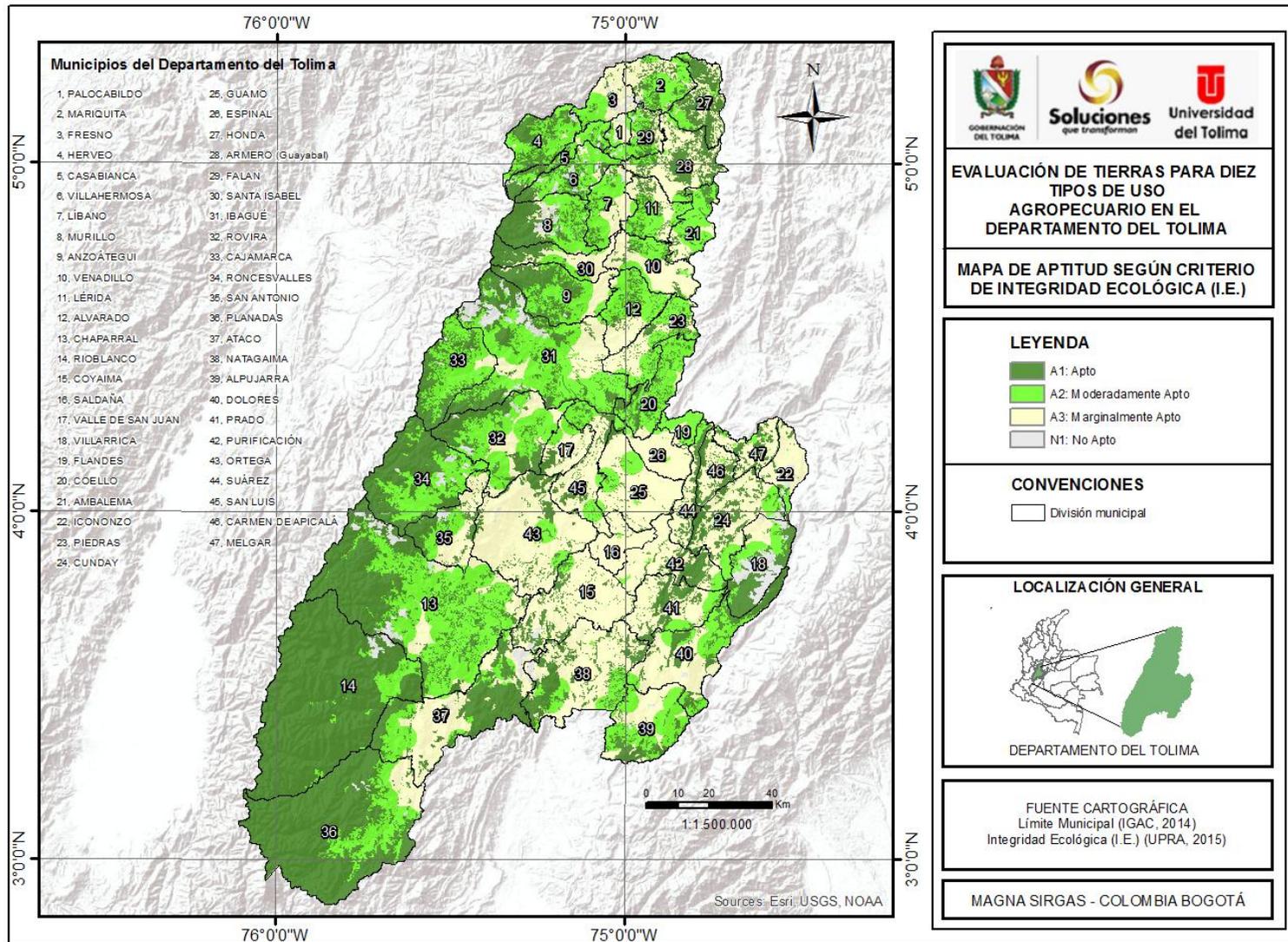


Figura 61. Aptitud según criterio de integridad ecológica para el departamento del Tolima.

4.3.1 Clasificación de las tierras según su aptitud

APTITUD PARA LOS 47 MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

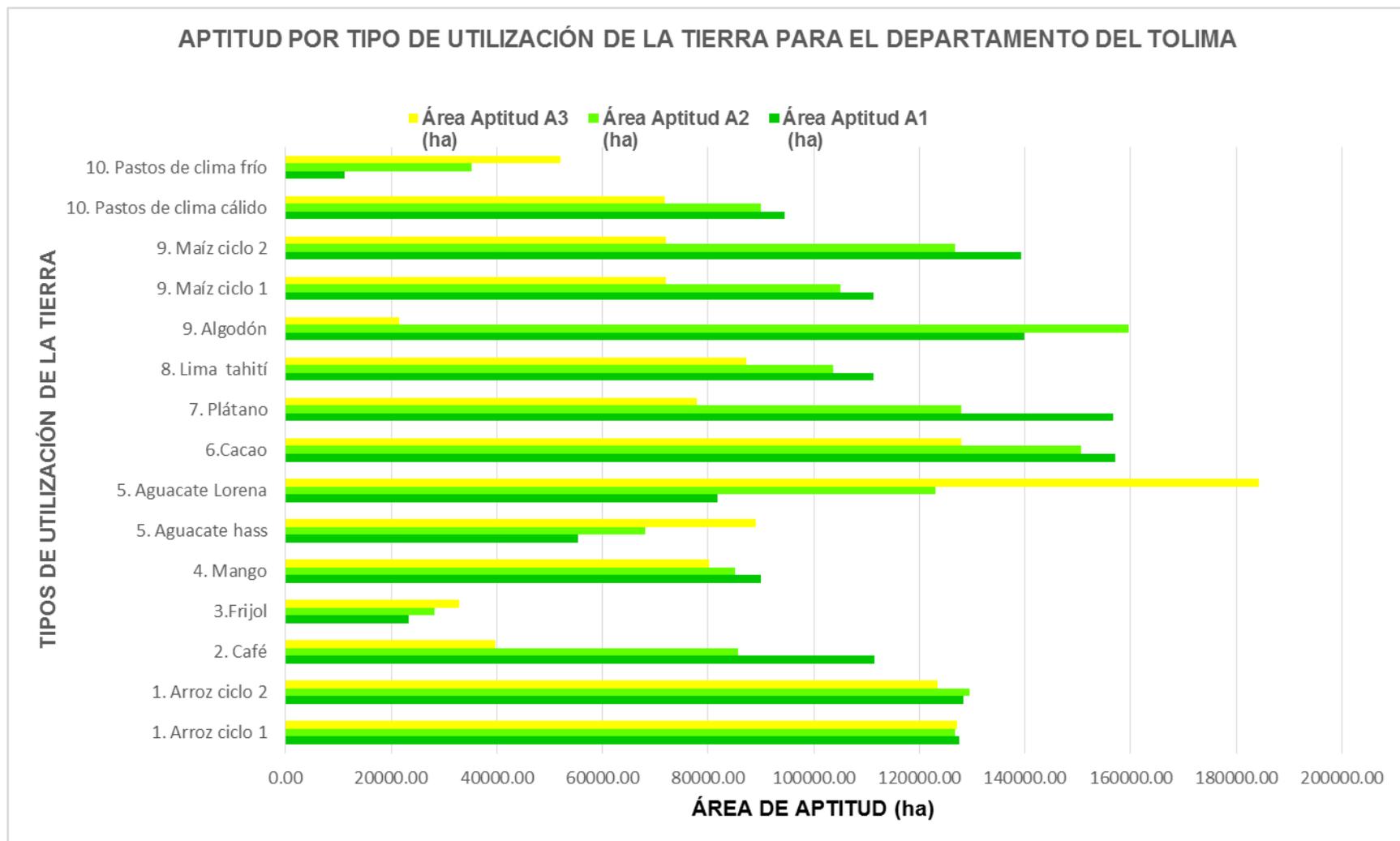


Figura 62. Aptitud de la tierra para diez tipos de uso agropecuario en el departamento del Tolima.

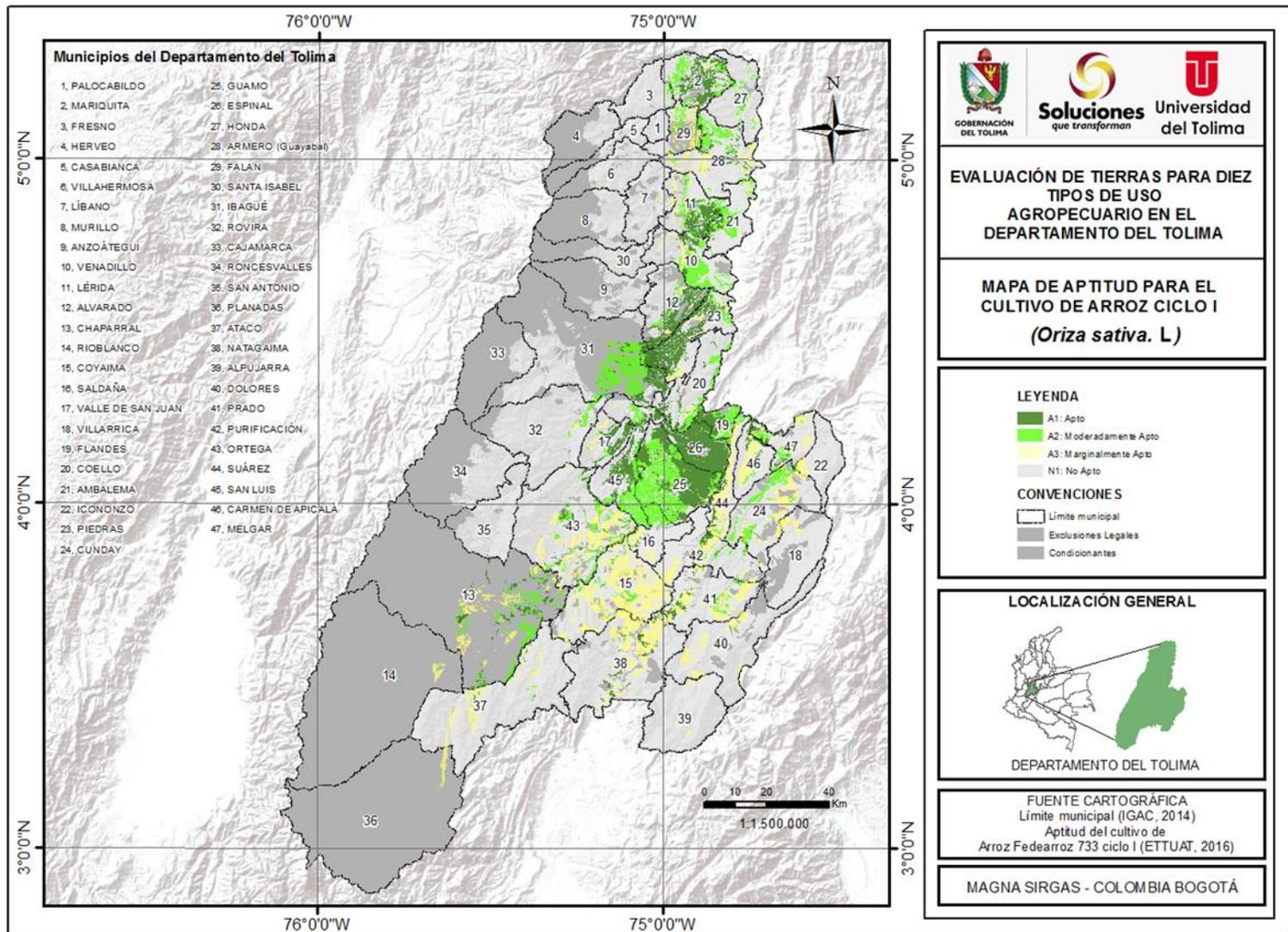


Figura 63. Mapa de aptitud para el cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L). Ciclo I.

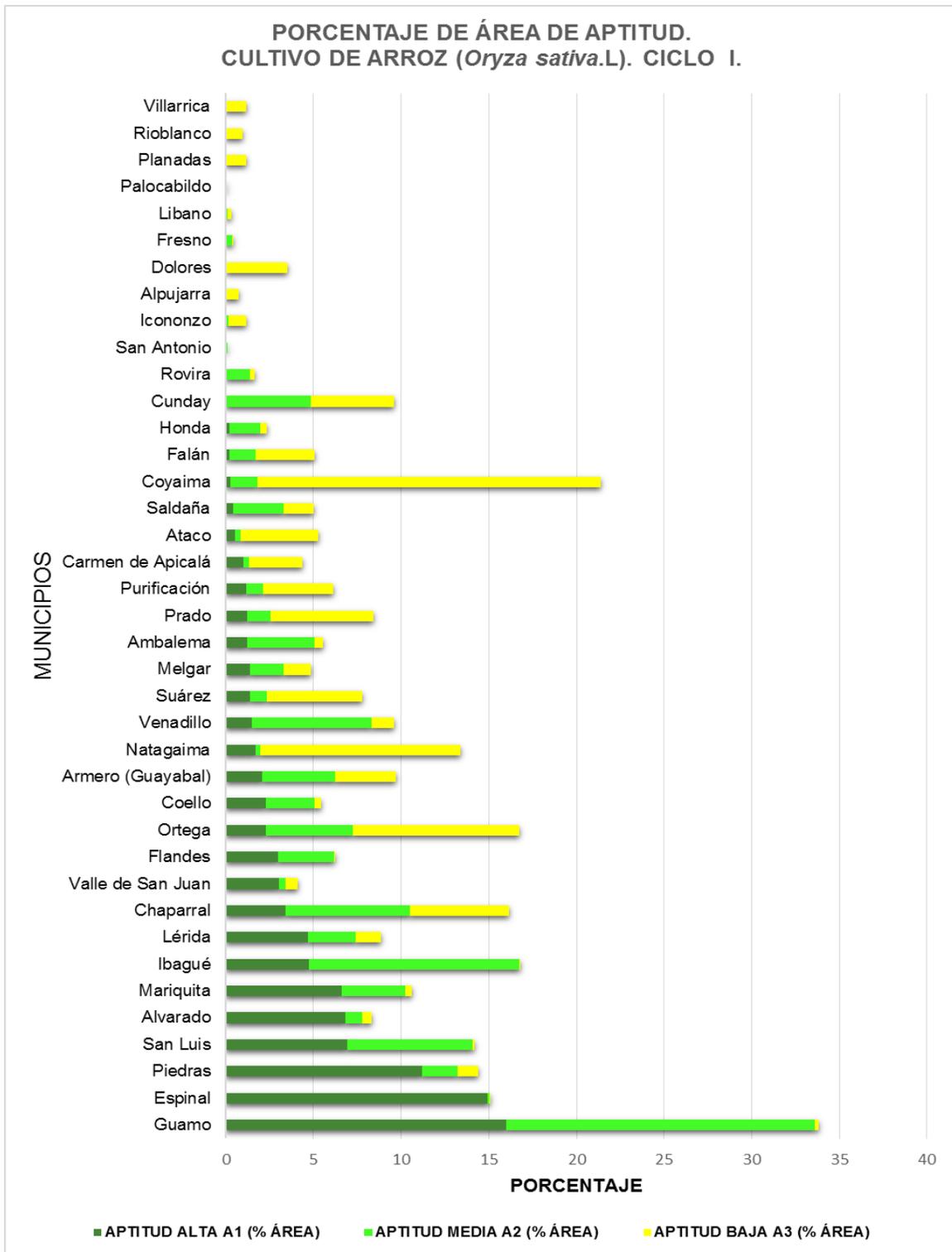


Figura 64. Porcentaje de área de aptitud Cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L).Ciclo I.

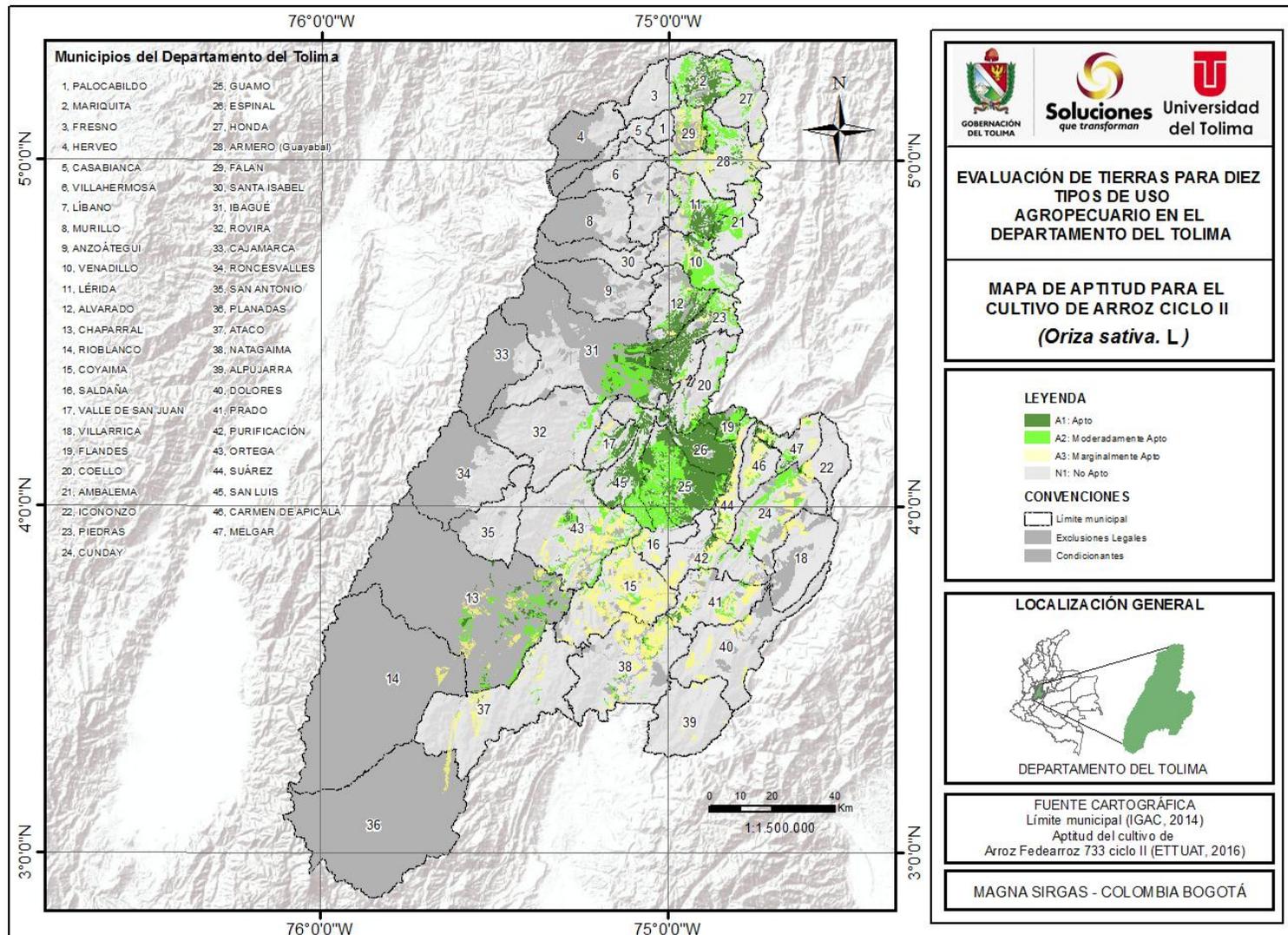


Figura 65. Mapa de aptitud para el cultivo de Arroz (*Oryza sativa*). Ciclo II.

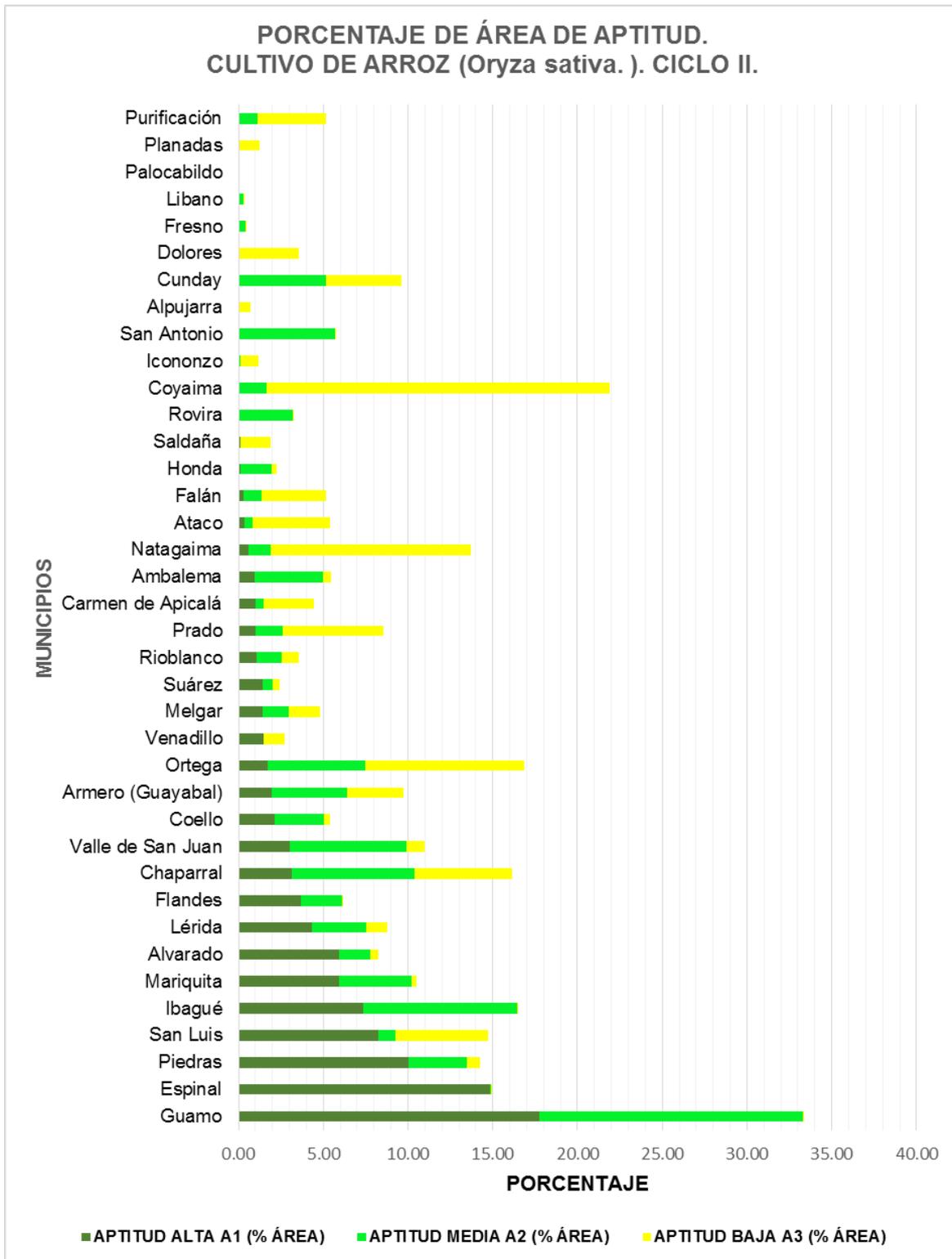


Figura 66. Porcentaje de área de aptitud Cultivo de Arroz (Oryza sativa L).Ciclo II.

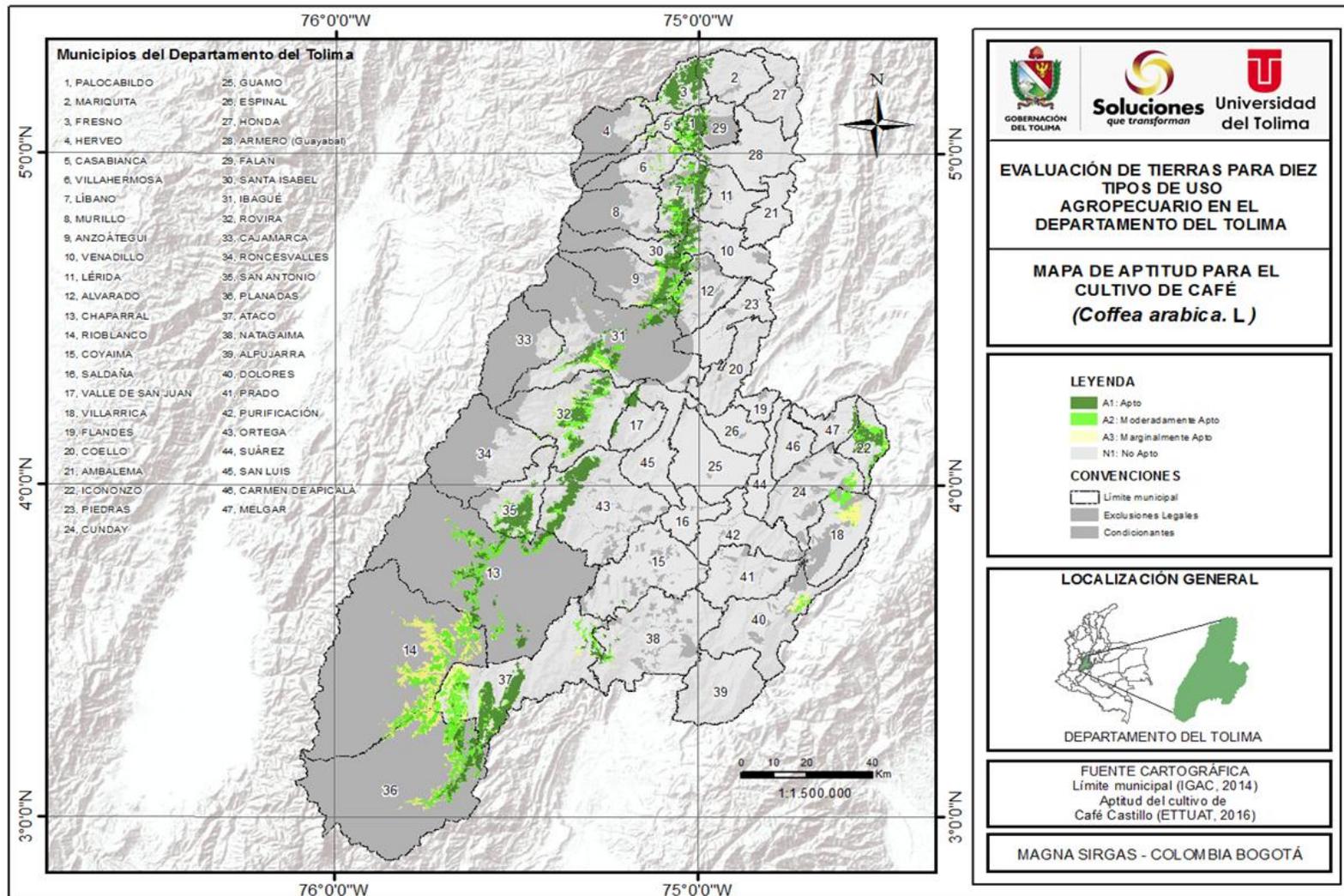


Figura 67. Mapa de aptitud para el cultivo de Café (*Coffea arabica* L).

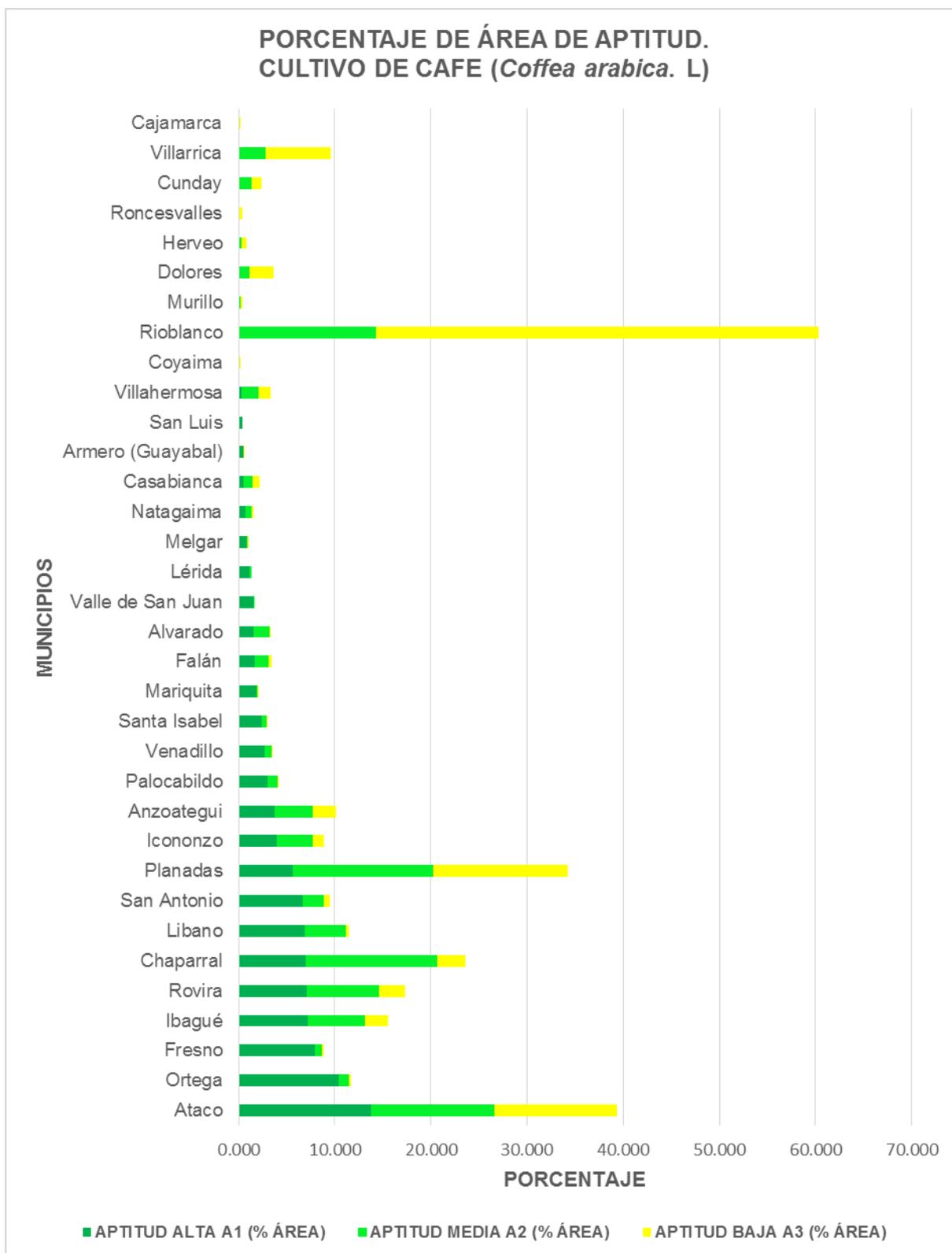


Figura 68. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Café (*Coffea arabica* L).

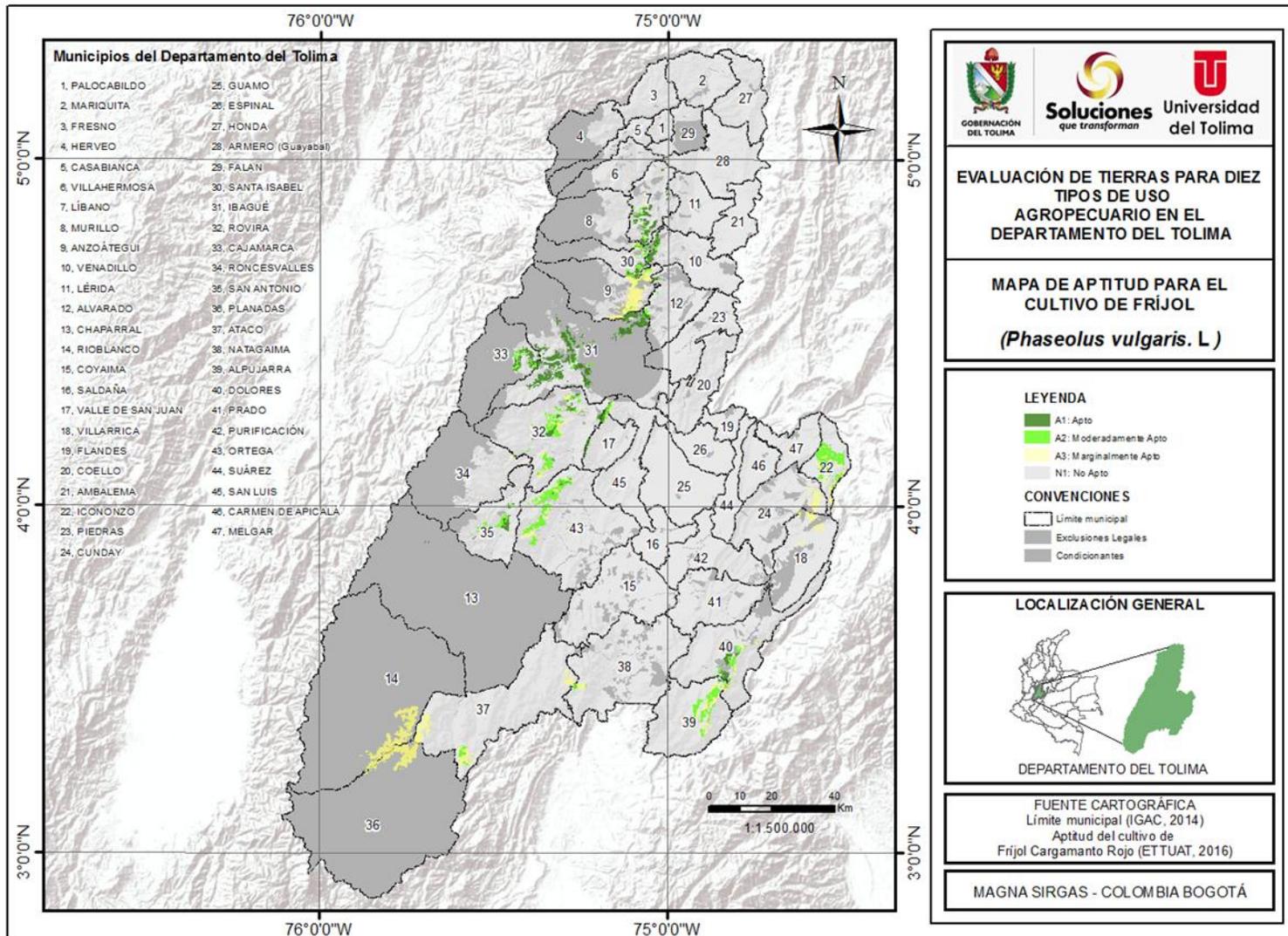


Figura 69. Mapa de aptitud para el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

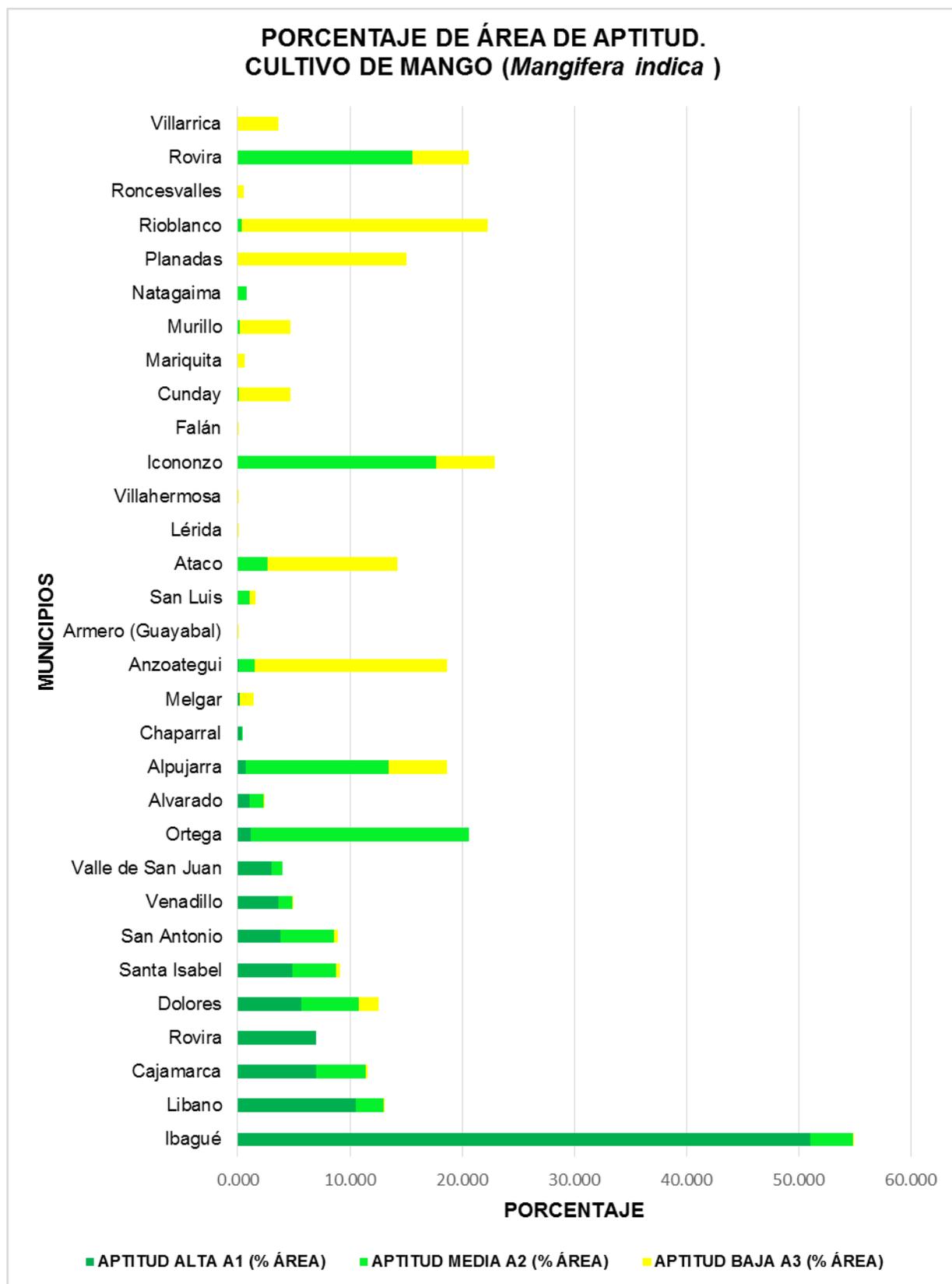


Figura 70. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

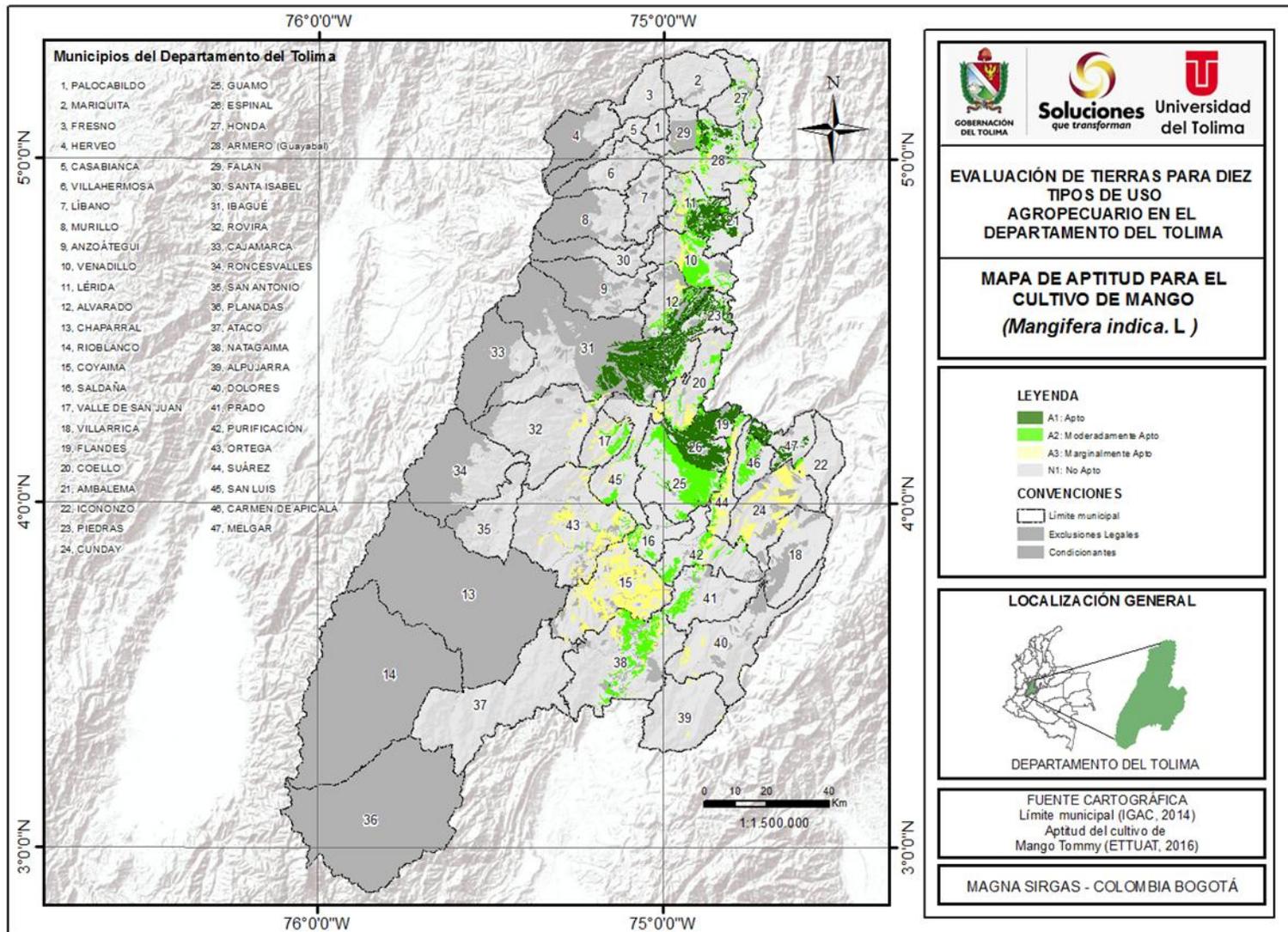


Figura 71. Mapa de aptitud para el cultivo de Mango (*Mangifera indica*).

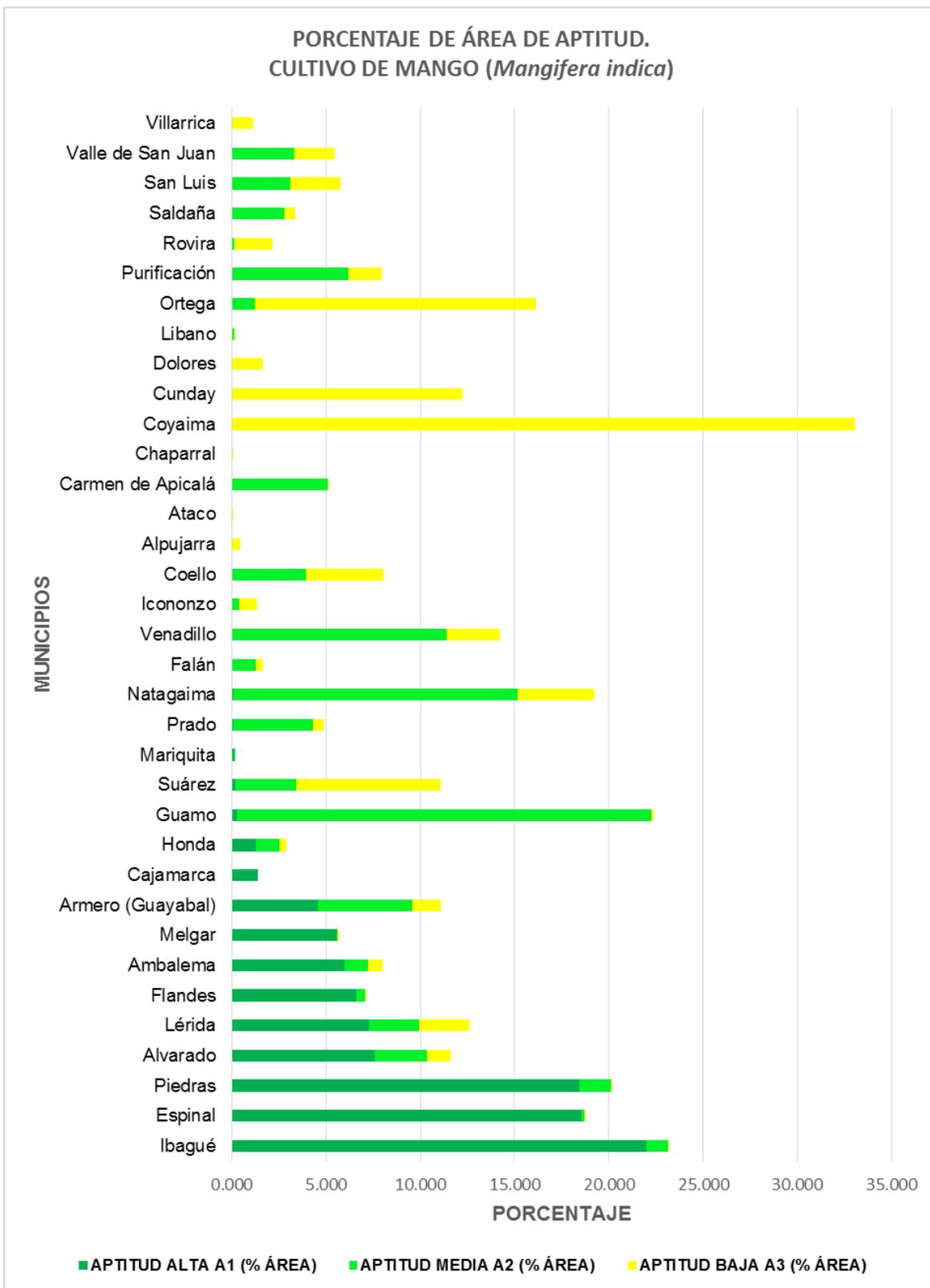


Figura 72. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Mango (*Mangifera indica*).

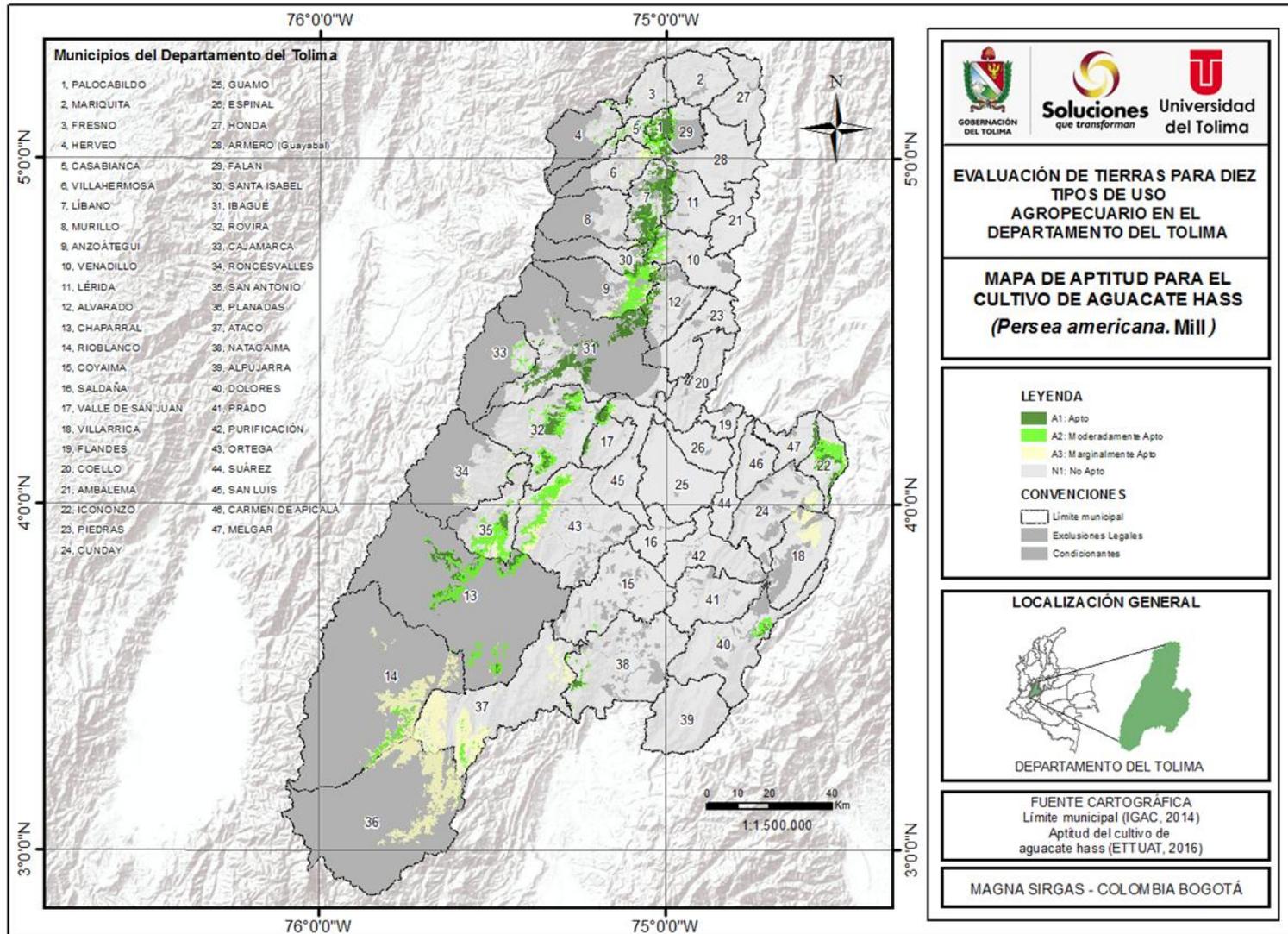


Figura 73. Mapa de aptitud para el cultivo de Aguacate *hass* (*Persea americana. Mill*).

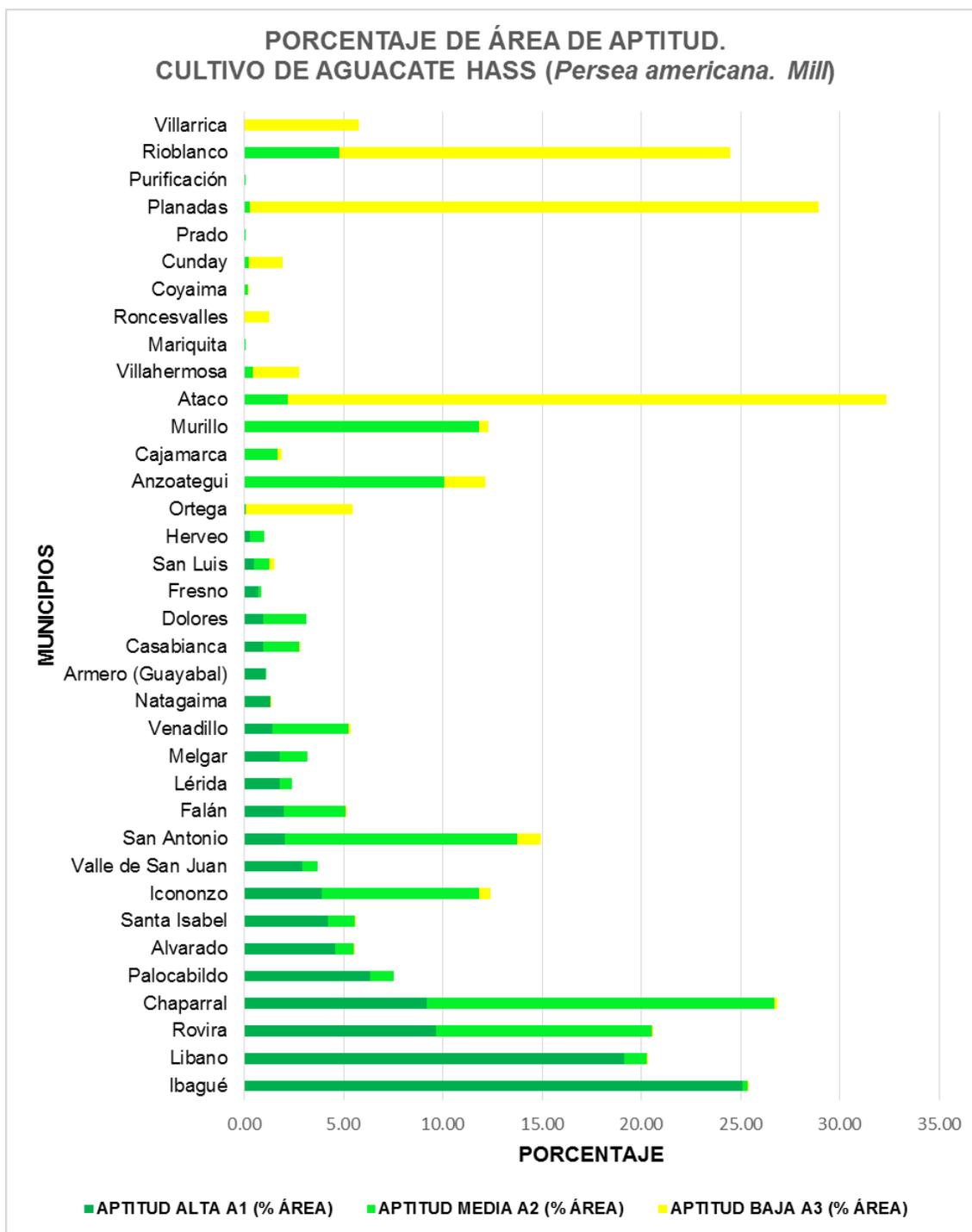


Figura 74. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Aguacate Lorena (*Persea americana. Mill*).

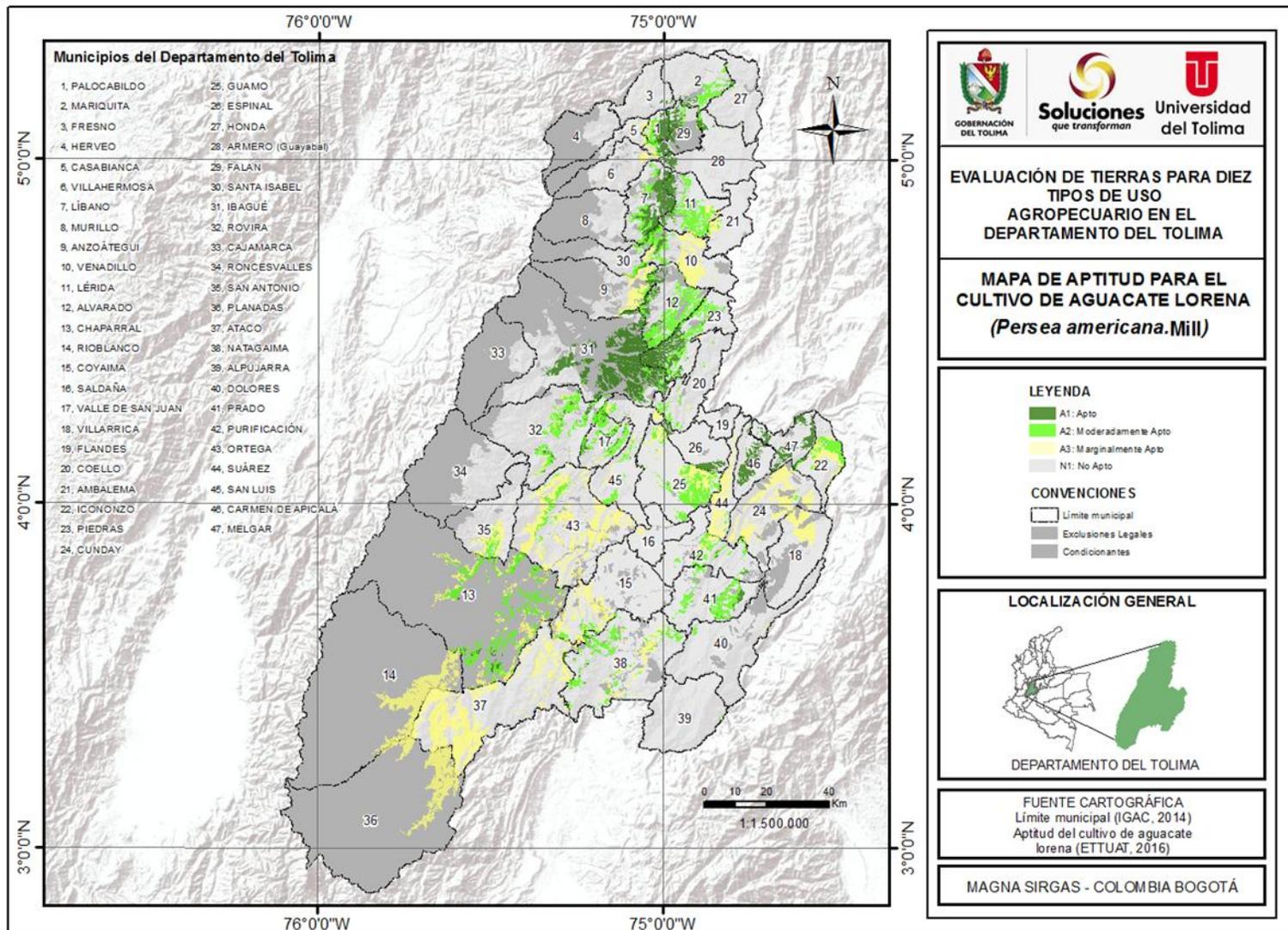


Figura 75. Mapa de aptitud para el cultivo de Aguacate Lorena (*Persea americana. Mill*)

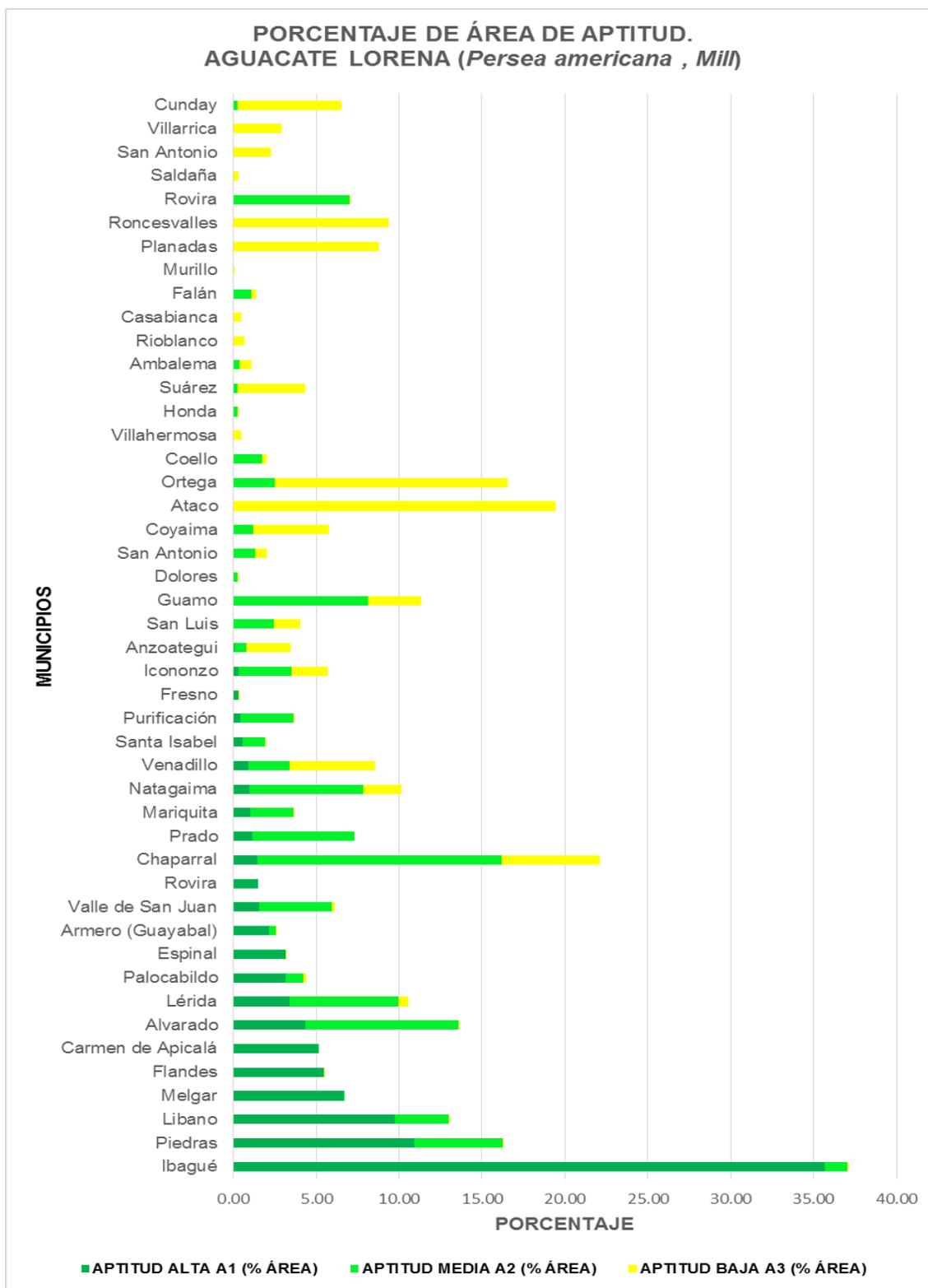


Figura 76. Porcentaje de área de aptitud para el cultivo de Aguacate Lorena (*Persea americana*. Mill)

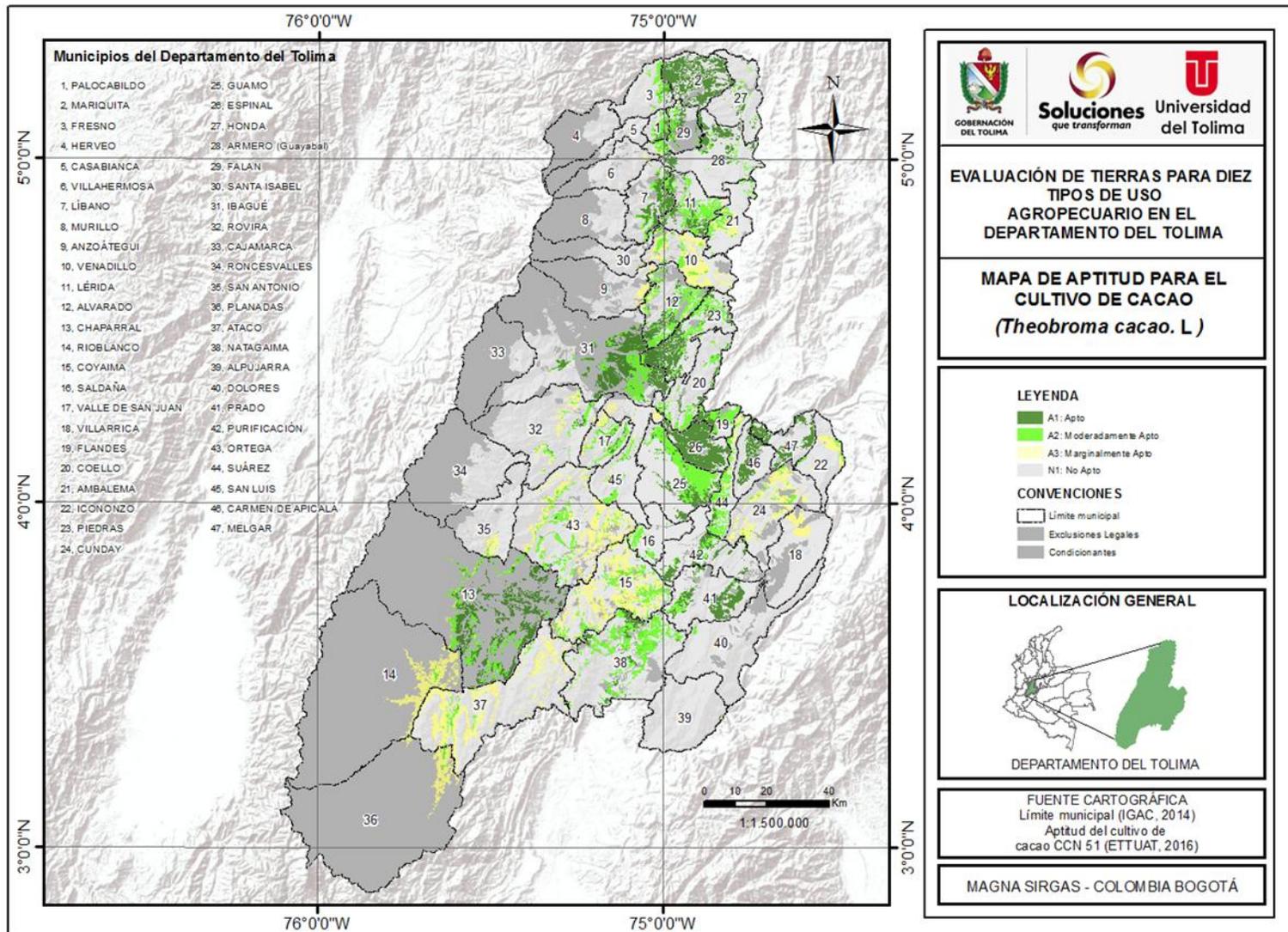


Figura 77. Mapa de aptitud para el cultivo de Cacao (*Theobroma Cacao*, L).

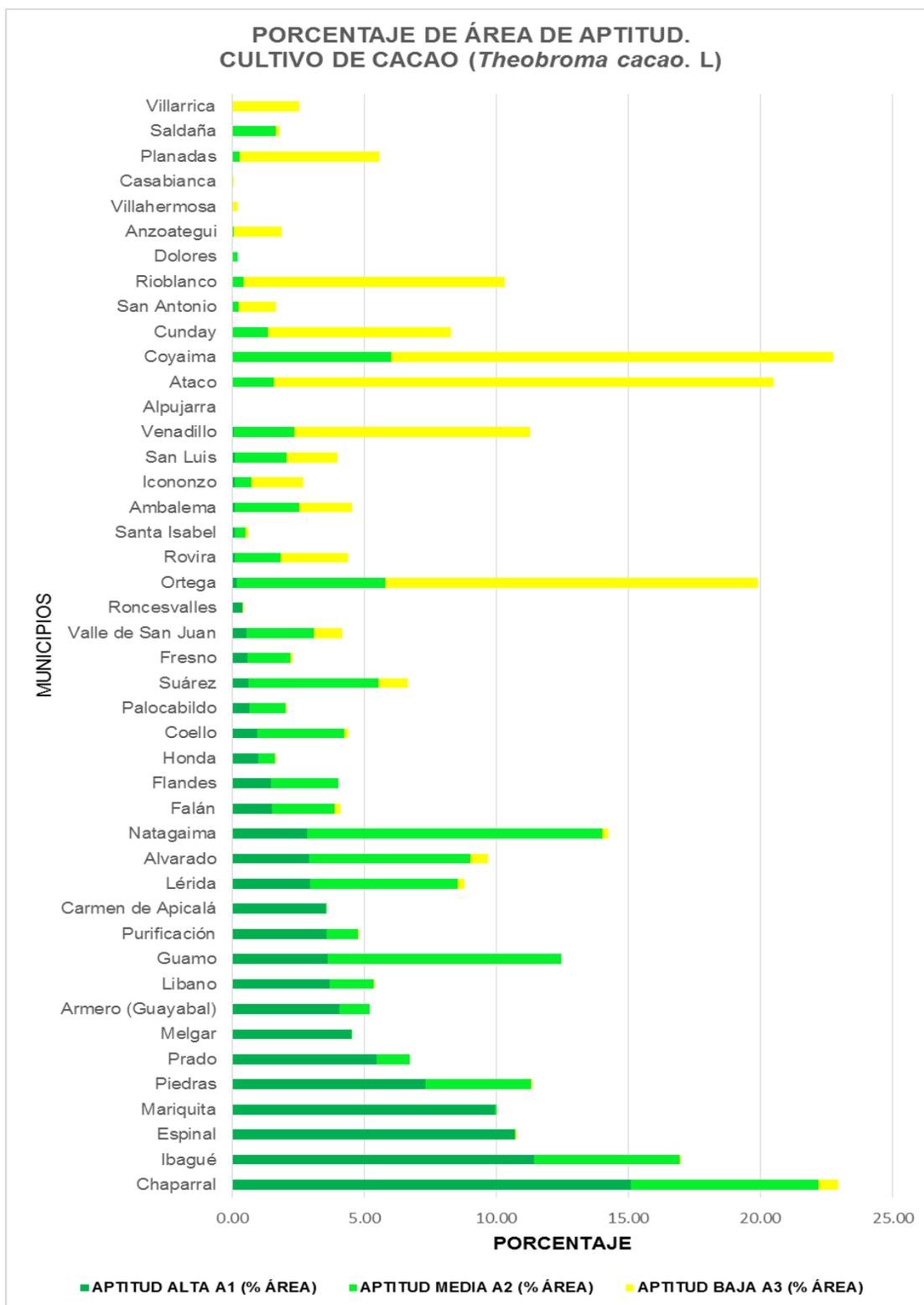


Figura 78. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Cacao (*Theobroma Cacao. L*).

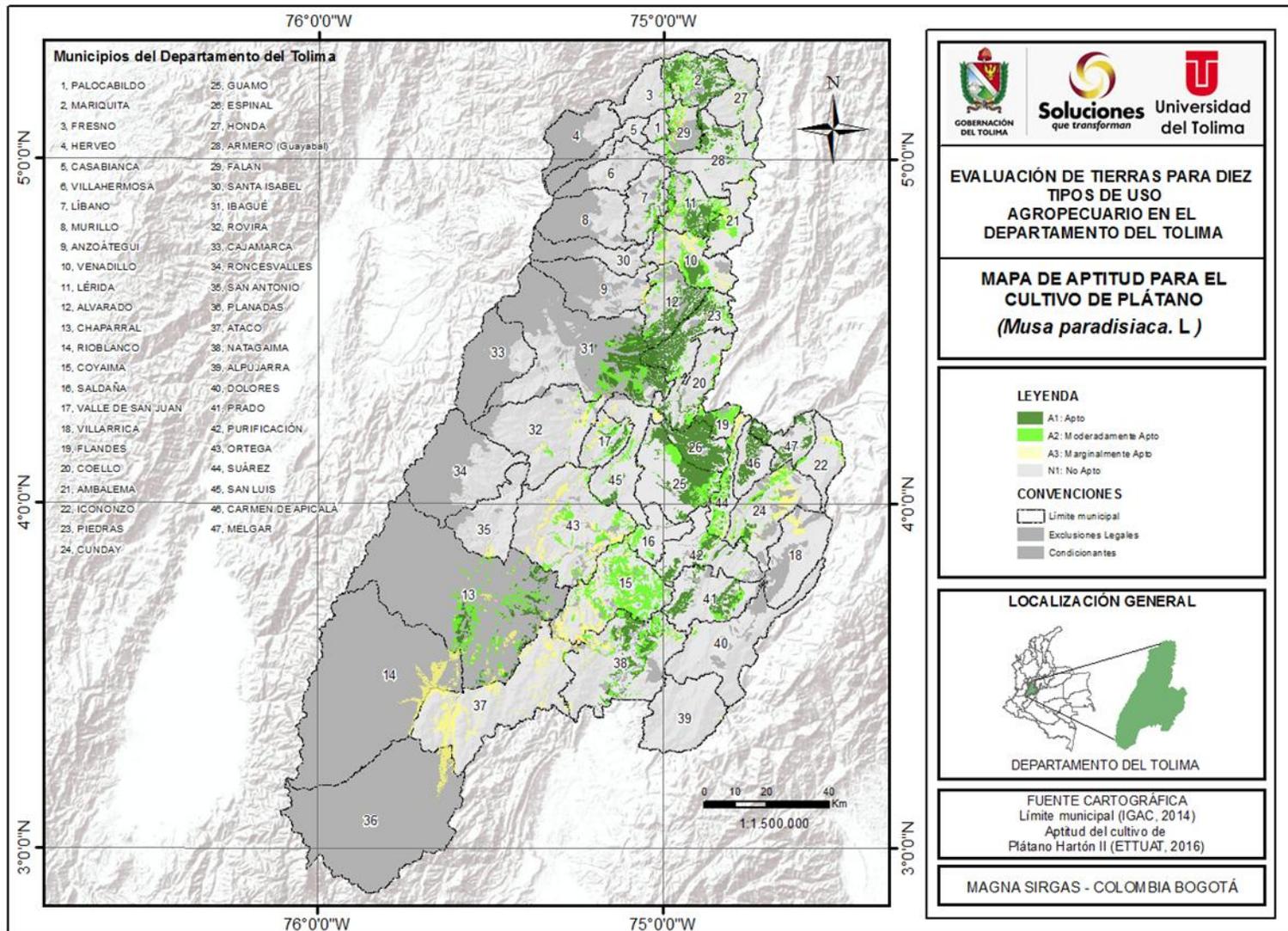


Figura 79. Mapa de aptitud. Cultivo de Plátano (*Musa paradisiaca* L).

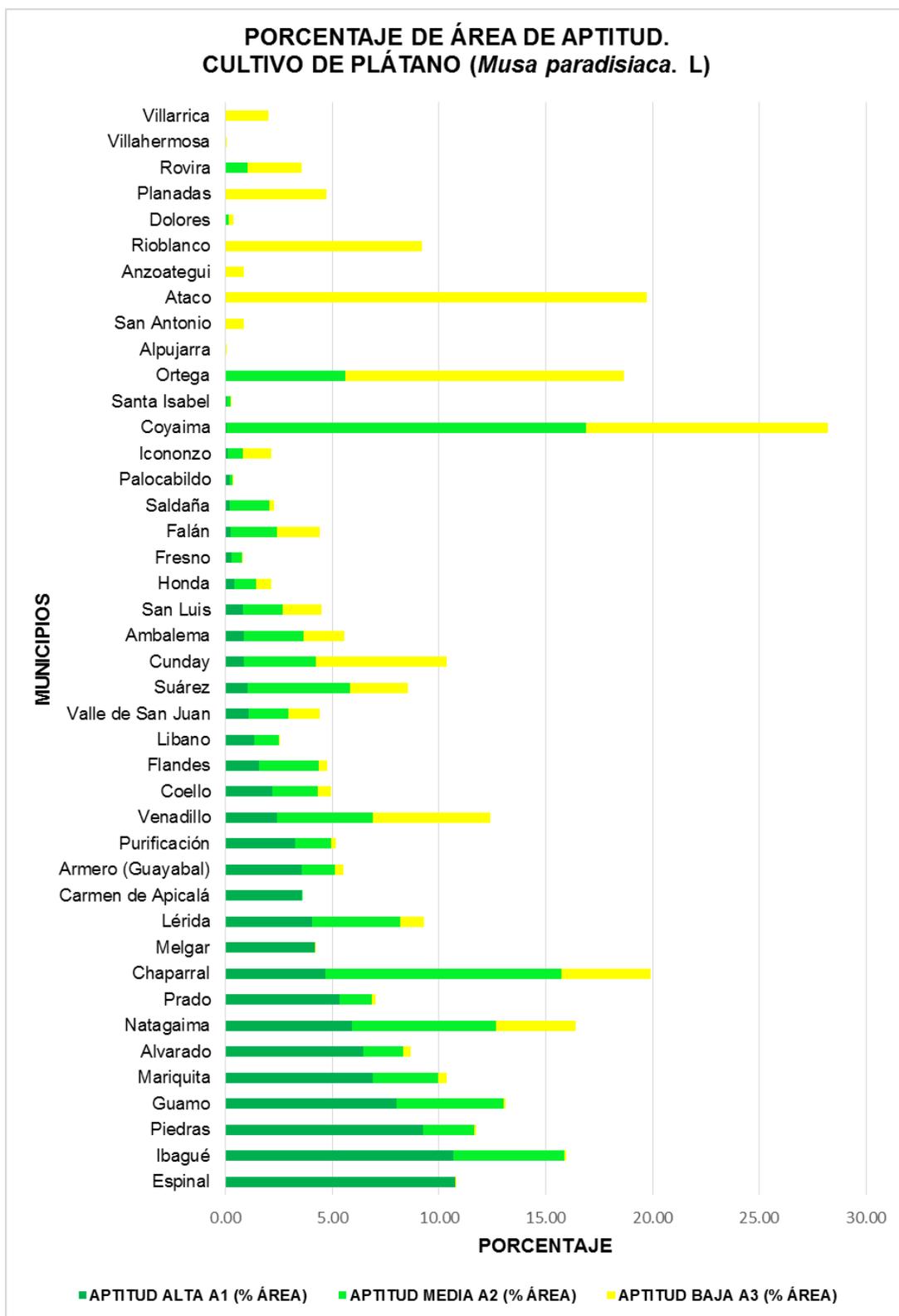


Figura 80. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Plátano (*Musa paradisiaca* L).

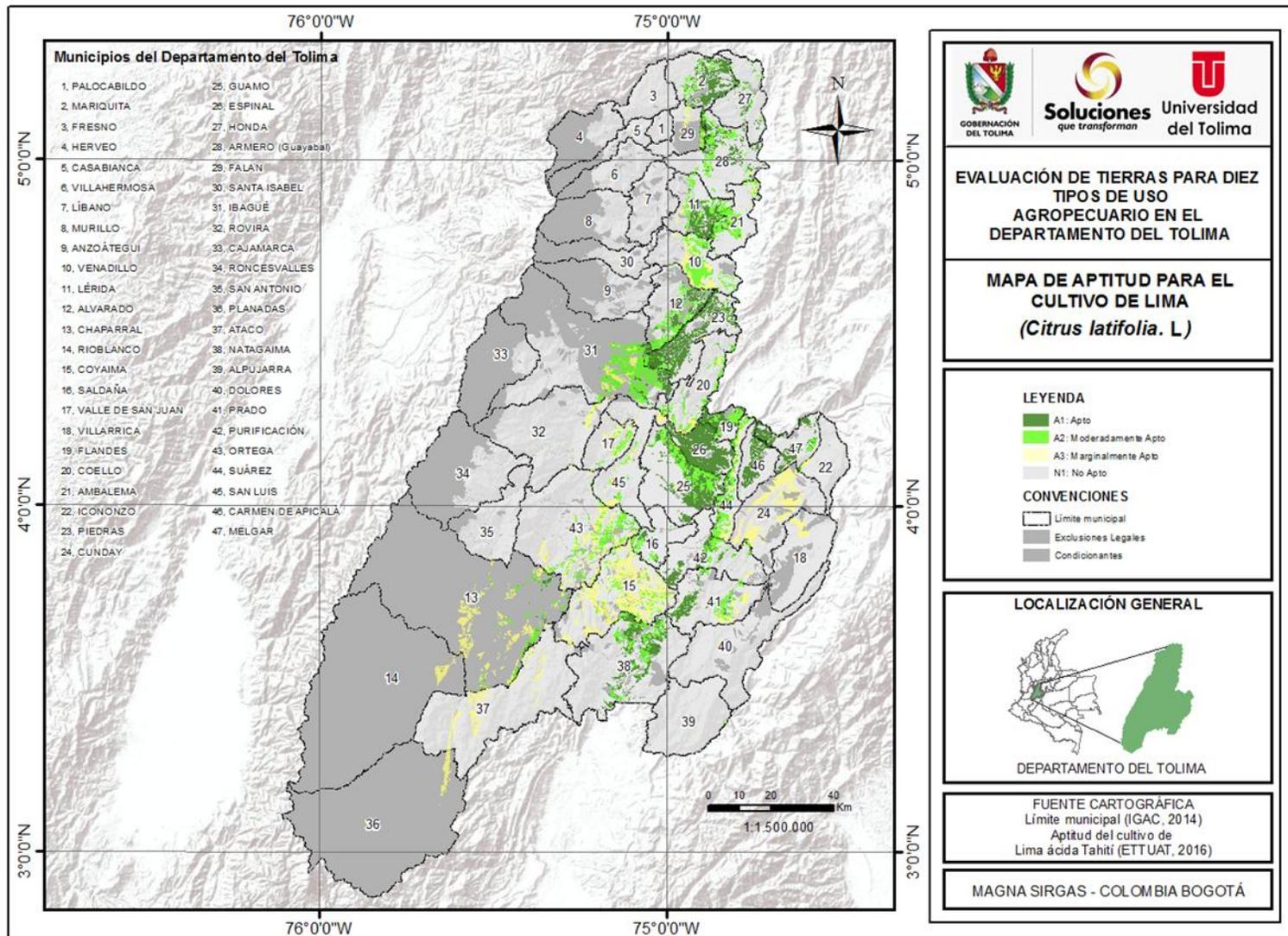


Figura 81. Mapa de aptitud para el cultivo de Lima tahití (*Citrus latifolia* T).

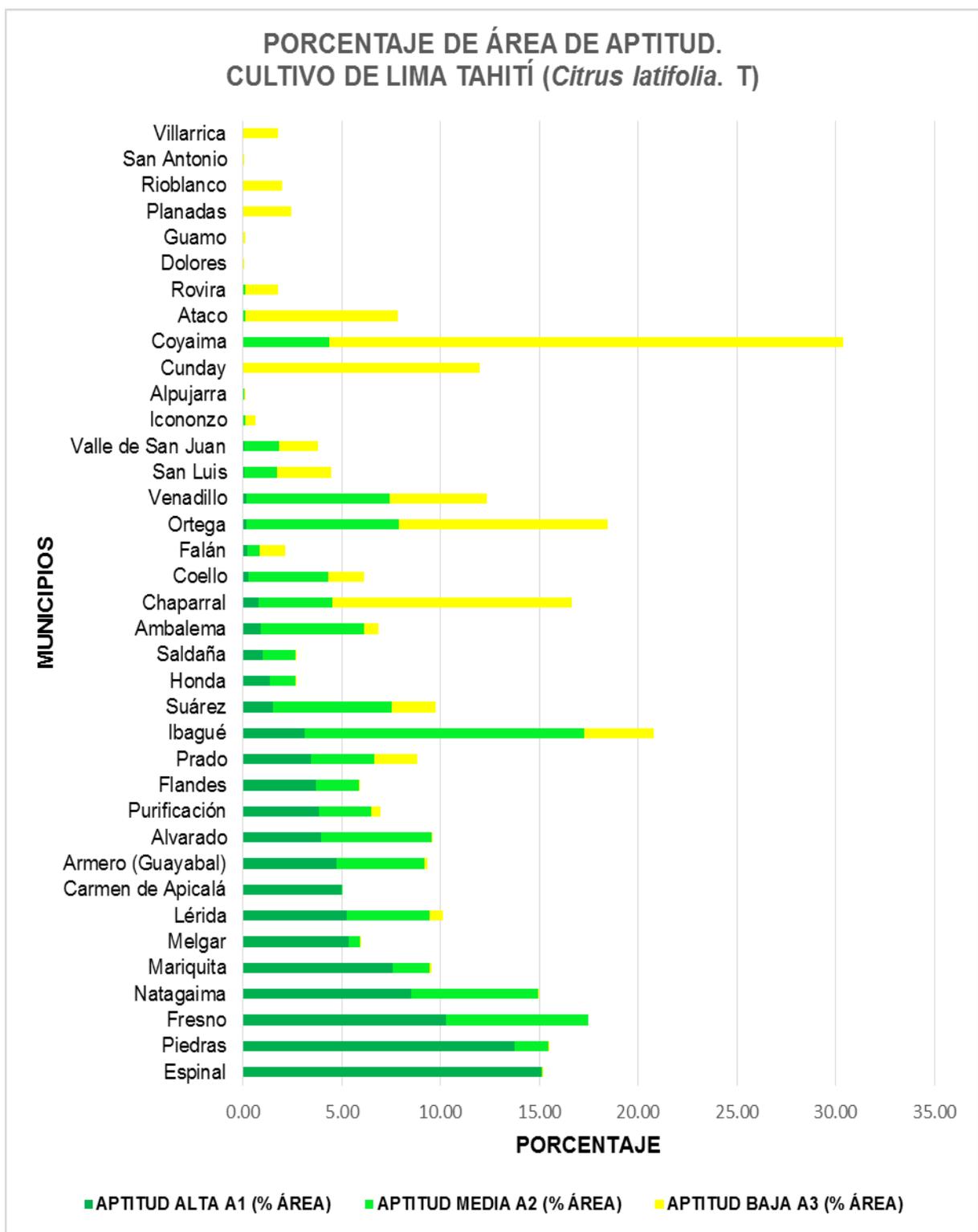


Figura 82. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Lima tahití (*Citrus latifolia* T).

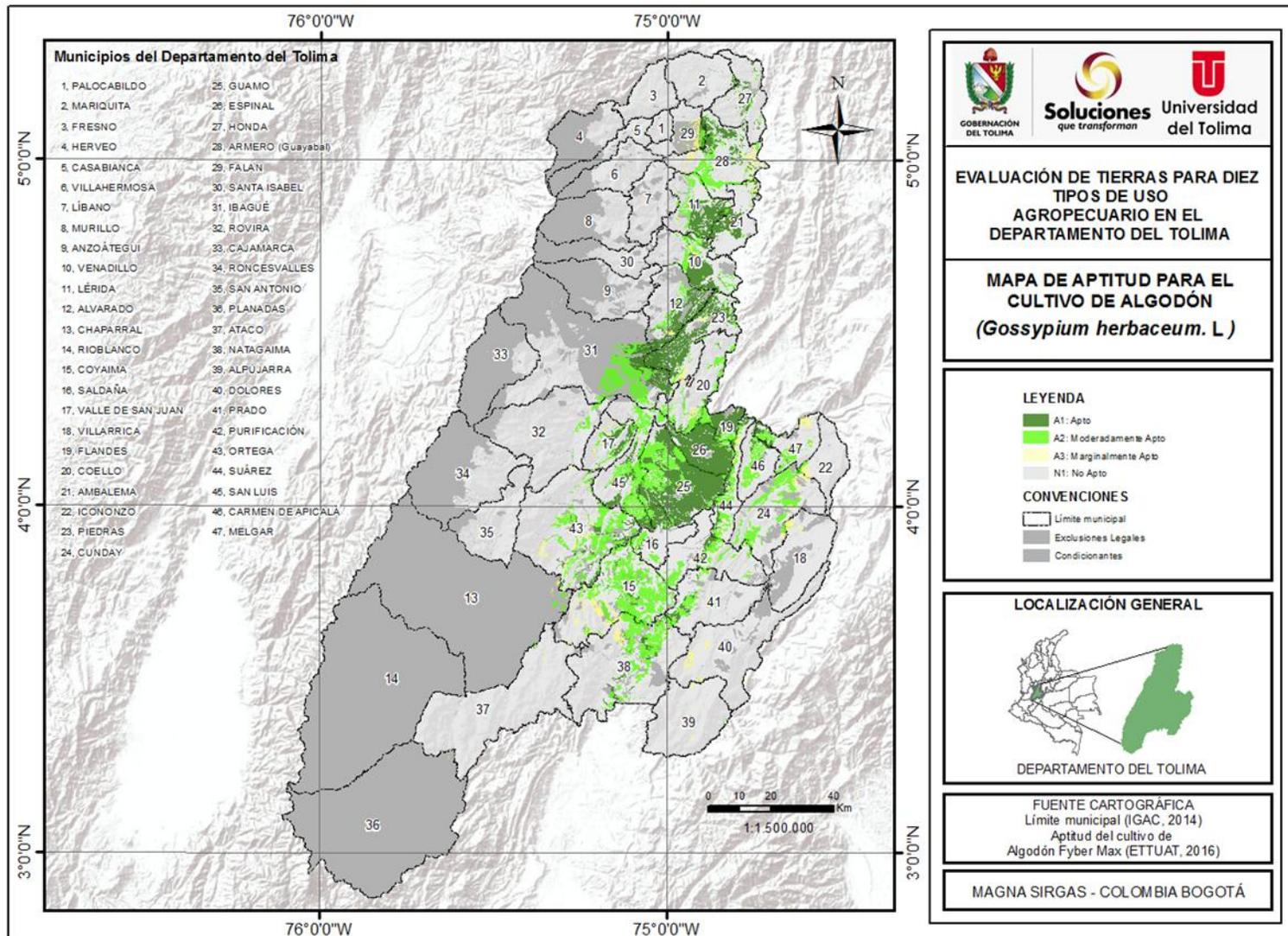


Figura 83. Mapa de aptitud para el cultivo de Algodón (*Gossypium herbaceum* L.).

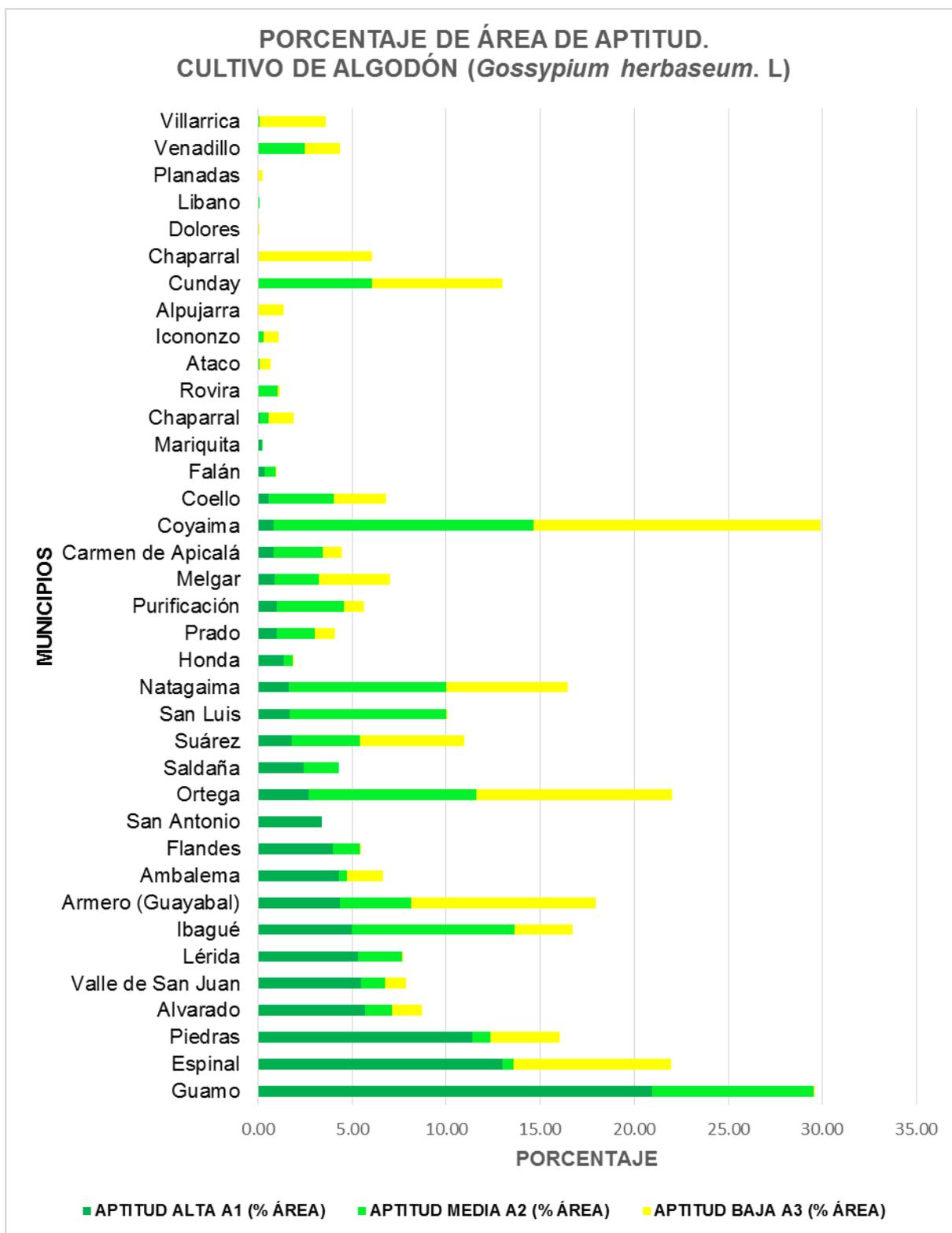


Figura 84. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Algodón (*Gossypium herbaceum* L).

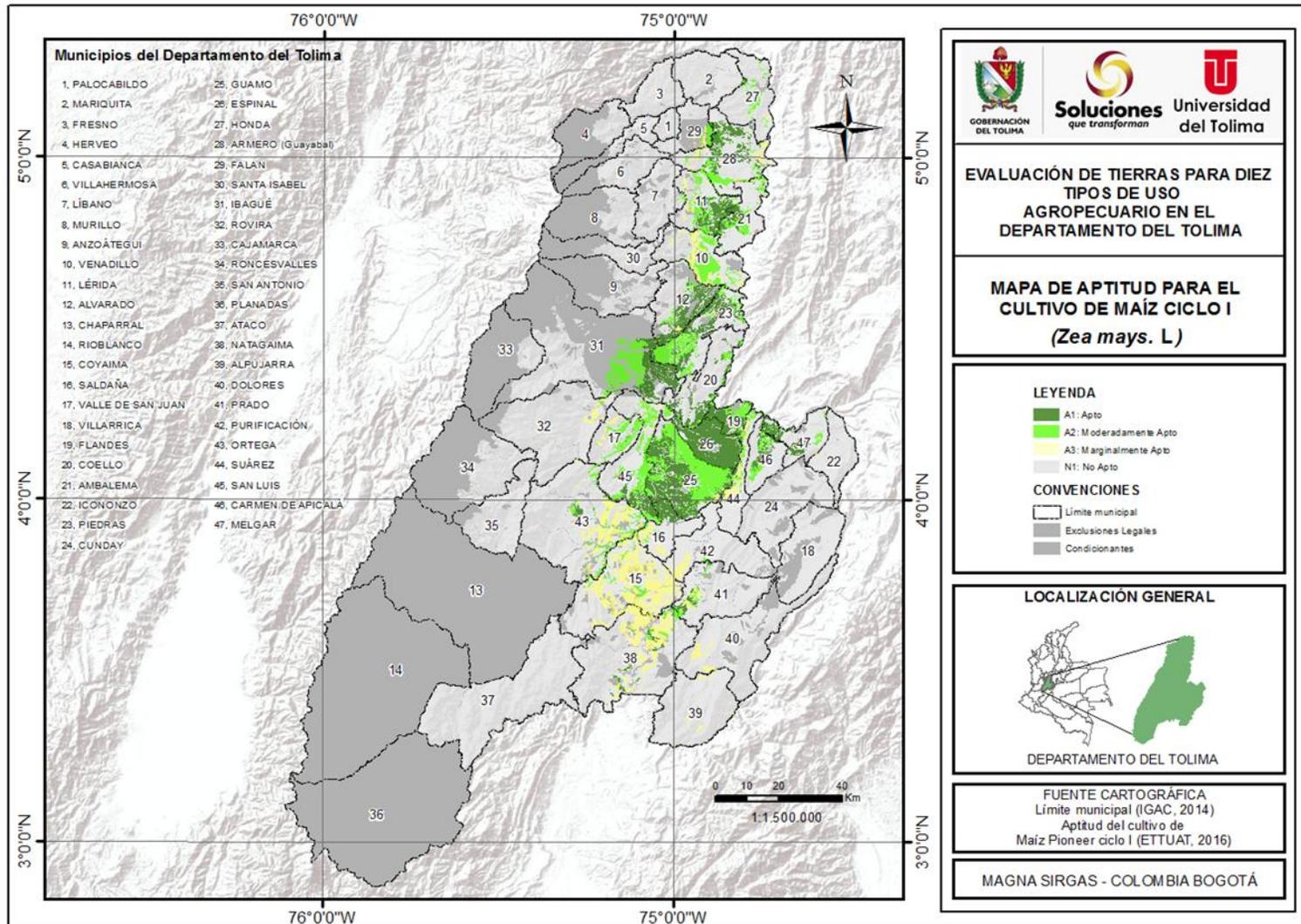


Figura 85. Mapa de aptitud para el cultivo de Maíz (*Zea mays* L). Ciclo I.

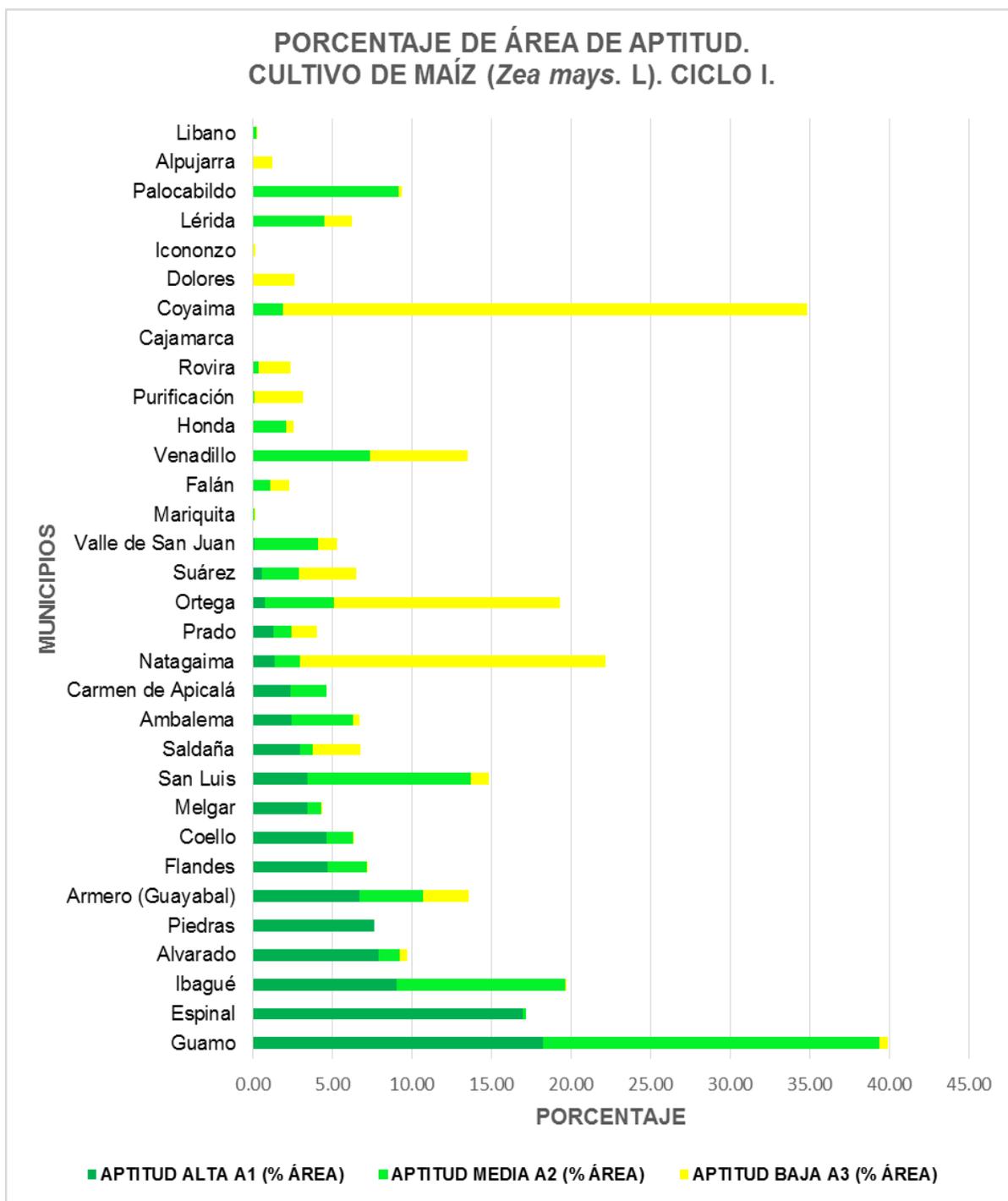


Figura 86. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Maíz (*Zea mays* L). Ciclo

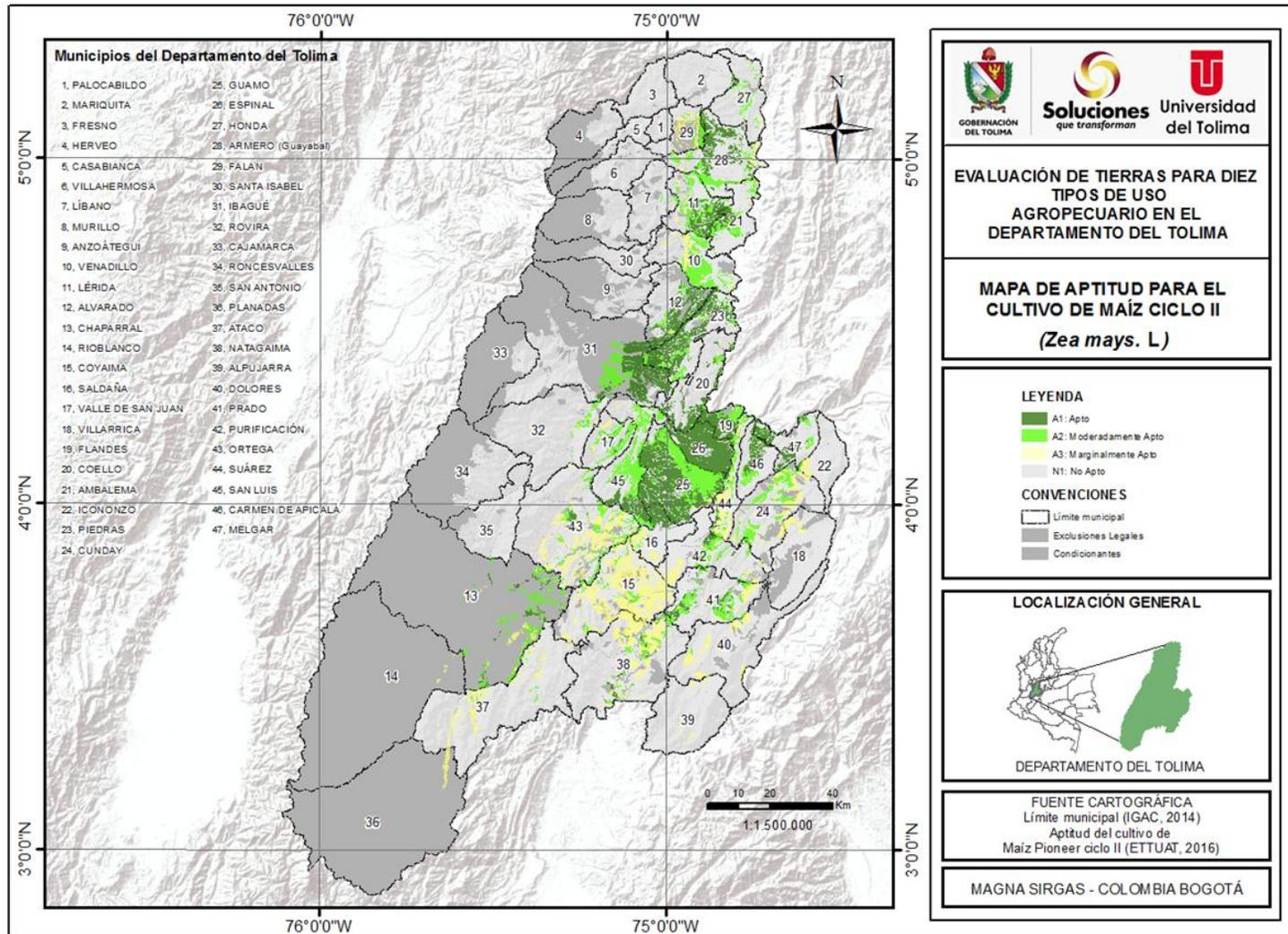


Figura 87. Mapa de aptitud para el cultivo de Maíz (*Zea mays. L.*). Ciclo II.

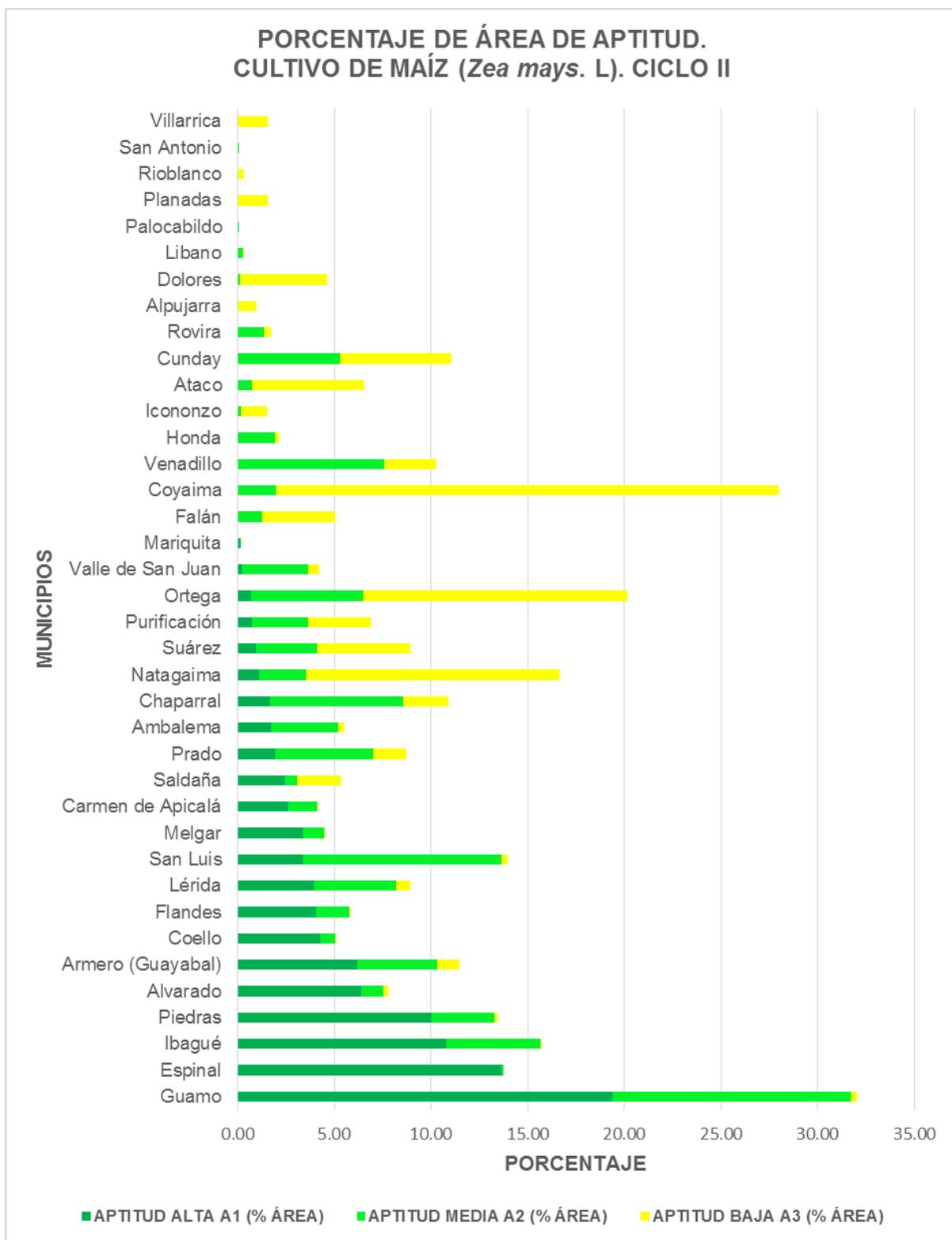


Figura 88. Porcentaje de área de aptitud. Cultivo de Maíz (*Zea mays* L). Ciclo II.

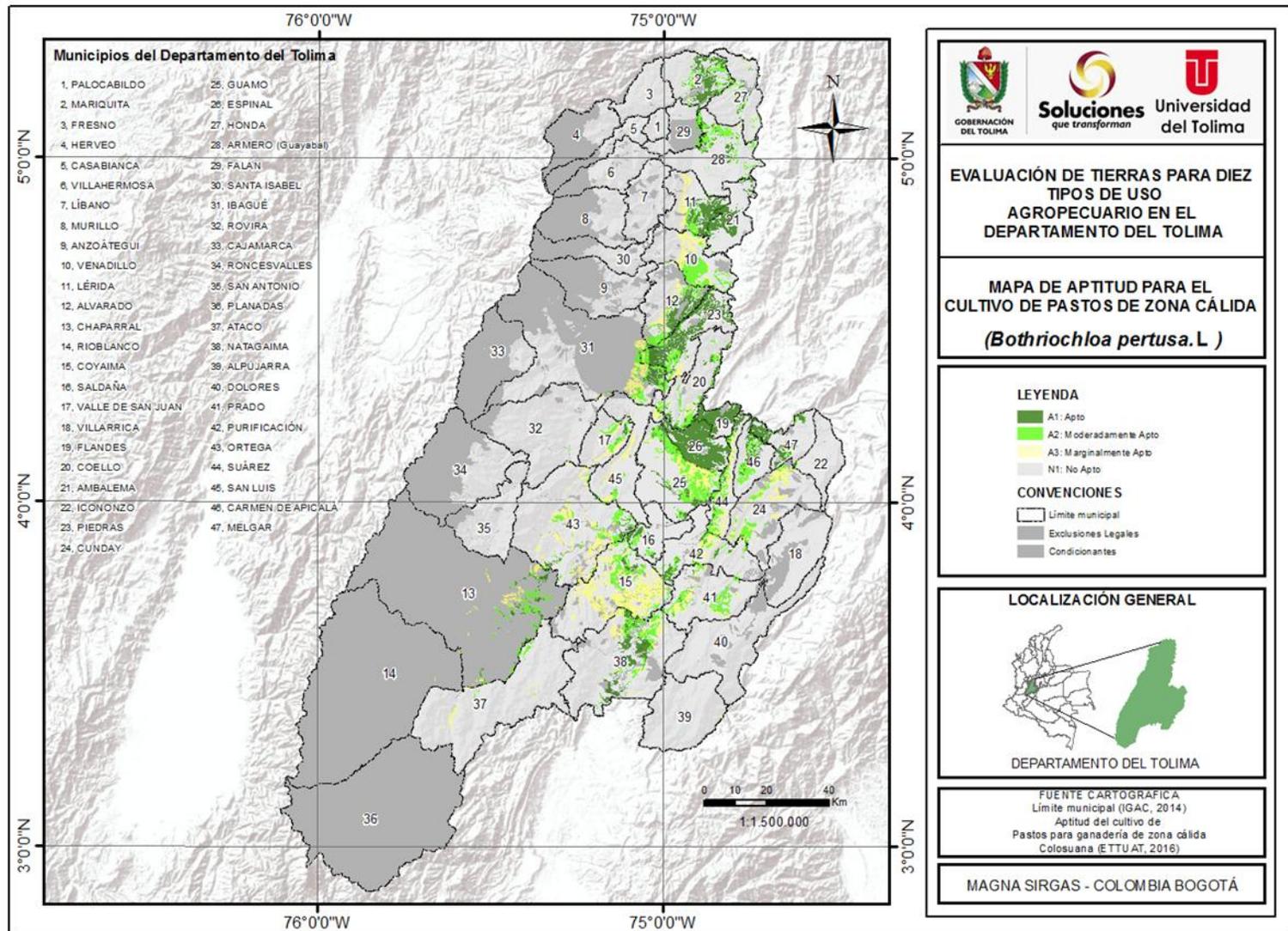


Figura 89. Mapa de aptitud. Pastos de Zona Cálida.

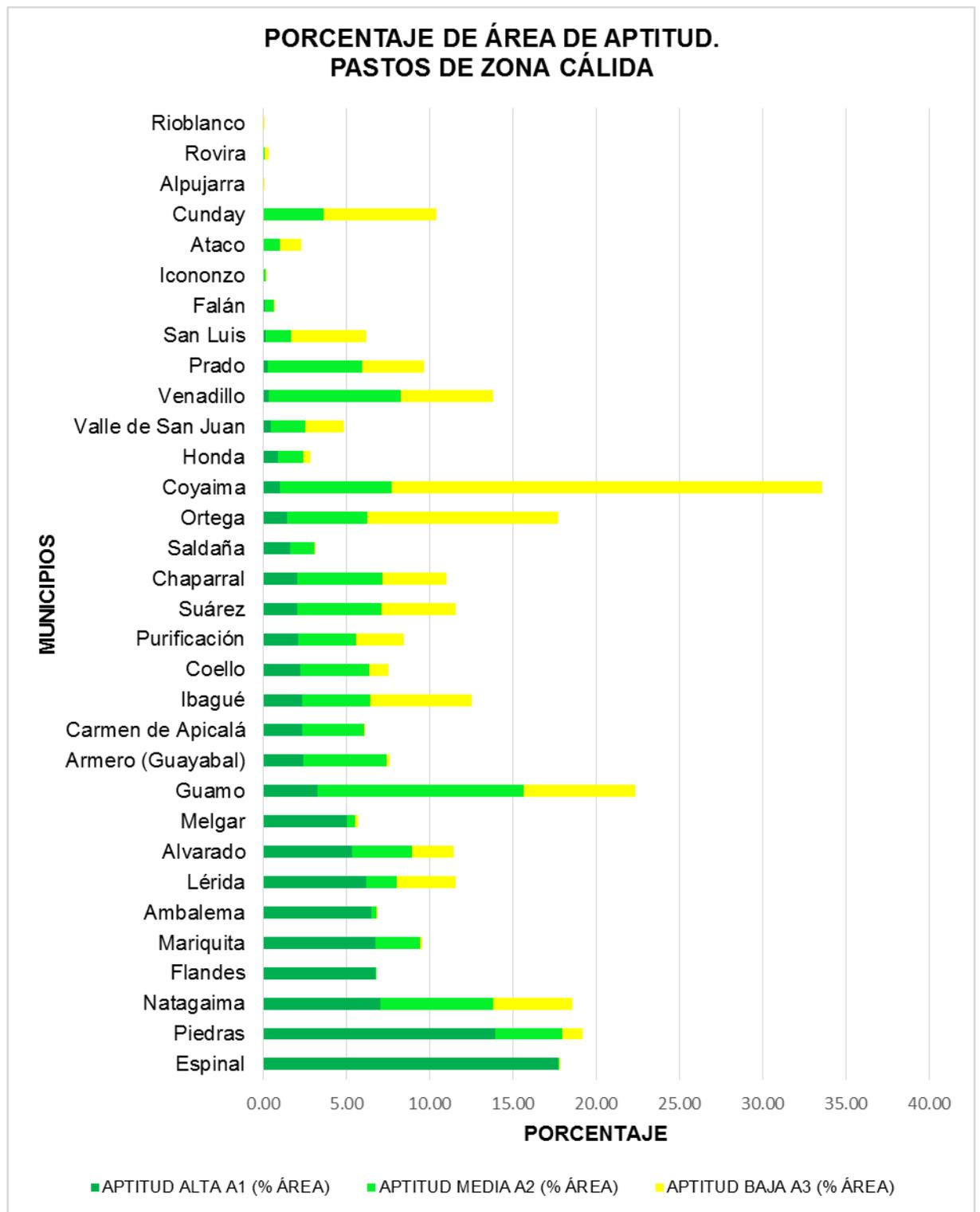


Figura 90. Porcentaje de área de aptitud. Pastos de Zona Cálida.

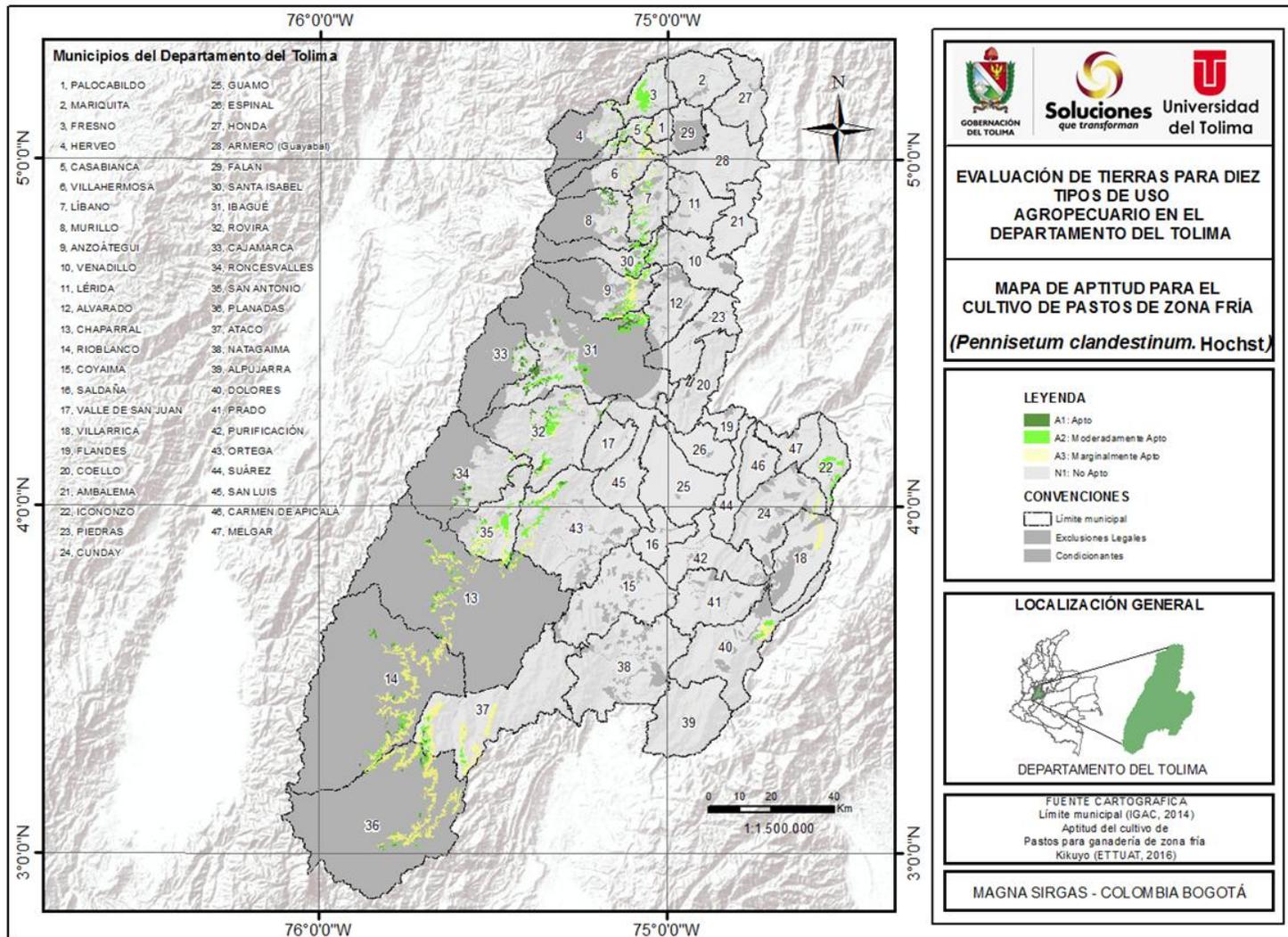


Figura 91. Mapa de aptitud. Pastos de Zona fría.

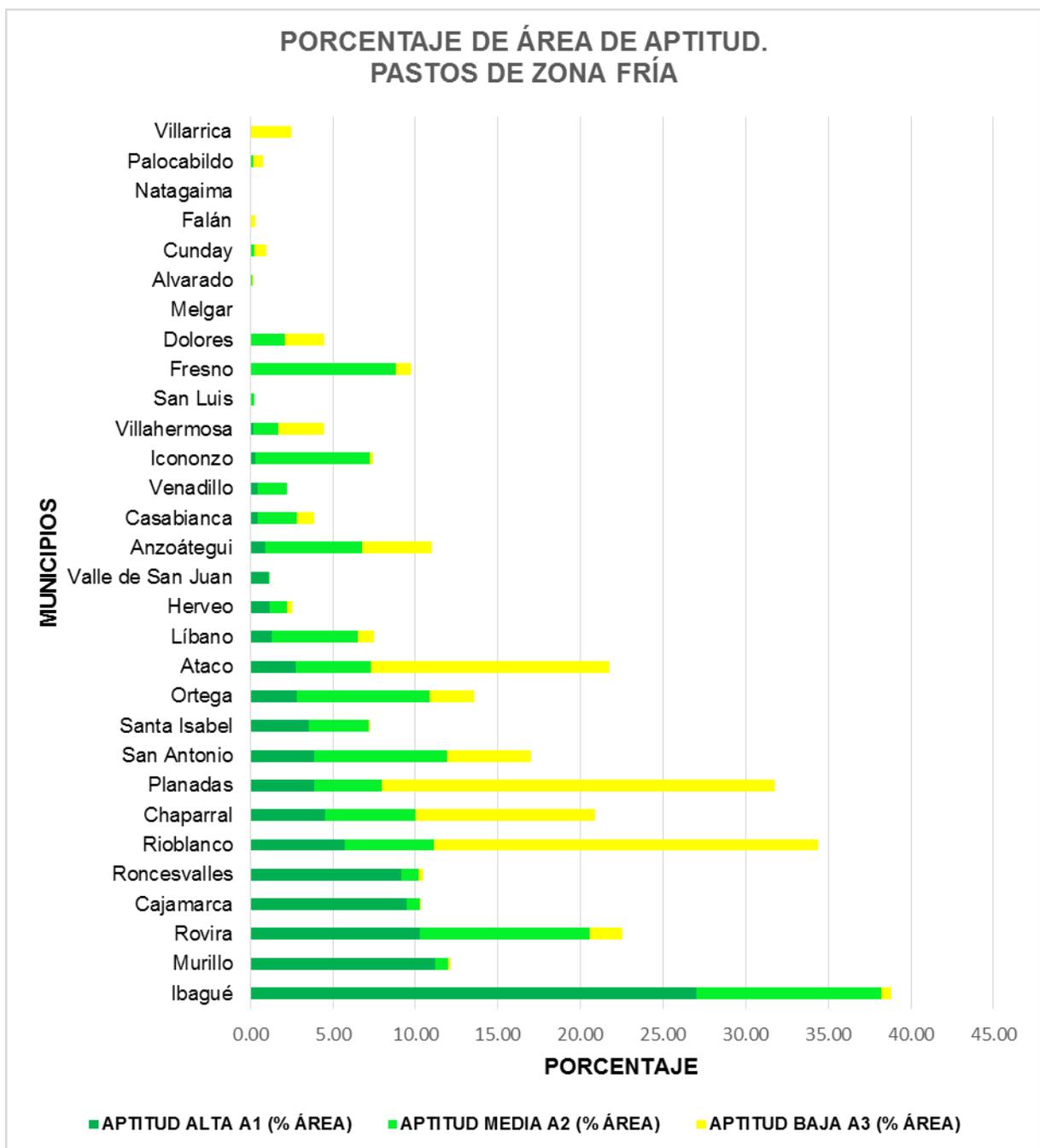


Figura 92. Porcentaje de aptitud baja. Pastos de Zona Fría.

4.4 COMPONENTE AGROINDUSTRIAL

Dentro de los sectores identificados como promisorios a nivel nacional por Procolombia, (2016) se encuentran la camaronicultura pues su cultivo se desarrolla en ambos litorales del país y la larva nacional ha demostrado ser tolerante a enfermedades y de buena calidad; La carne bovina según Fedegán, el país cuenta con el cuarto hato ganadero más grande de América Latina, después de Brasil, Argentina y México, con 23,5 millones de cabezas, y se ubica entre los primeros 13 productores a nivel mundial (Contexto Ganadero, 2013); La chocolatería, confitería y sus materias primas, debido a que el sector está catalogado por la organización internacional del cacao (ICCO) como productora de cacaos finos y de aroma, Además tiene una amplia experiencia en la producción de chocolatería y confitería reflejada en más de cien destinos de exportación (Proexport Colombia, 2013); El sector hortofrutícola que muestra tendencia creciente y se proyecta como uno de los grandes sectores exportadores gracias a la especialización regional y a la condición de país tropical localizado sobre la línea ecuatorial, el territorio nacional se beneficia de iluminación solar todo el año lo cual permite que siempre haya todo tipo de cosechas. (Procolombia, 2016).

Por el lado del sector lácteo, Colombia cuenta es el cuarto productor de leche en América Latina, con un volumen aproximado de 6700 millones de litros anuales, superado solo por Brasil, México y Argentina. Litros de leche fresca disponibles para el procesamiento por parte de nuevas industrias, cantidad que actualmente no entra al canal formal de transformación (Fedegán, 2015); por último el sector palma de aceite, grasas vegetales y biocombustibles gracias a que ha presentado un crecimiento sostenido similar al del mercado global.

4.4.1 Componente agroindustrial del departamento del Tolima

El sector frutícola el departamento del Tolima cuenta con el 9.8% del área nacional de frutales en producción, siendo las principales especies mango, aguacate, guayaba, lima tahití, limón pajarito, mora, baby banana y pasifloras. Es el primer productor nacional de lima tahití, limón Pajarito y curuba; segundo productor de mango y guayaba después de Cundinamarca, tercer productor de aguacate, banano y curuba, quinto productor de granadilla junto al Valle del Cauca. Es importante resaltar que el Tolima exporta lima Tahití, gulupa, baby banana y aguacate disponiendo de una oferta permanente de frutas durante todo el año. Dentro del documento identificación de nuevos negocios para el desarrollo del sector agropecuario en el departamento del Tolima, el plan regional de

competitividad y la visión productiva 2025 para el departamento del Tolima, plantean la necesidad de fortalecer la cadena hortofrutícola y agro industrialización de frutas.

A nivel general, el desarrollo tecnológico del sector no ha sido lo esperado debido las recomendaciones técnicas brindadas por algunas instituciones sin realizar las adaptaciones requeridas en producción y poscosecha. En algunas zonas planas y cafeteras, productores organizados vienen adoptando algunas prácticas recomendadas a través de la transferencia de tecnología y asistencia técnica y en algunas unidades productivas de mora, lulo, granadilla, tomate de árbol, uchuva y curuba se están introduciendo prácticas de manejo sostenible, en las cuales persisten problemas con el material de propagación.

Lo anterior pone de manifiesto que el nivel de tecnificación de la fruticultura en el Tolima requiere un esfuerzo importante en transferencia y adaptación tecnológica para reducir sus pérdidas, estandarizar su calidad, mejorar su productividad y competitividad a nivel nacional. Lo cual sin duda incidirá directamente en la calidad de vida de productores, fortalecerá la cadena productiva y generara motivación de nuevos agricultores por esta labor productiva.

Dicho esto es posible contextualizar el sector industrial en el departamento, analizando las matriculas mercantiles en cada una de las cámaras de comercio. Por lo que se tiene en cuenta que el departamento está dividido en tres zonas de influencia, para el análisis del componente agroindustria se tuvo en cuenta las zonas Norte y Suroriente, agrupando las industrias en función de su código CIIU , para su categorización

En la Tabla 53 se describen los establecimientos relacionados con el sector agroindustrial para la Centro del Tolima, en los que se destacan la elaboración de productos lácteos, la elaboración de productos de molinería y el procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos.

Tabla 53 Establecimientos agroindustriales del centro del Tolima

CIIU	Descripción	Municipios destacados	Número de establecimientos
1011	Procesamiento y conservación de carnes y productos Cárnicos	Ibagué	20
1020	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos	Ibagué	31

CIU	Descripción	Municipios destacados	Número de establecimientos
1040	Elaboración de productos lácteos	Ibagué	28
1051	Elaboración de productos de molinería	Ibagué	41
1061	Trilla de café	Ibagué	3
1062	Descafeinado, Tostion y molienda del café	Ibagué	4
1063	Otros derivados del café	Ibagué	3
1072	Elaboración de panela	Ibagué	4
1090	Elaboración de alimentos preparados para animales	Ibagué	5
TOTAL			139

En la Tabla 54 se describen los establecimientos relacionados con el sector agroindustrial para la zona norte del Tolima, en los que se destacan la elaboración de productos lácteos, la elaboración de productos de molienda y la elaboración de bebidas no alcohólicas.

Tabla 54. Establecimientos Agroindustriales del norte del Tolima

CIU	Descripción	Municipios destacados	Número de establecimientos
163	Actividades Posteriores a la cosecha	Villahermosa, Líbano	3
1011	Procesamiento y conservación de carnes y productos Cárnicos	Líbano, Mariquita	8
1020	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos	Mariquita	8
1040	Elaboración de productos lácteos	Mariquita	17
1051	Elaboración de productos de molinería	Lérida, Armero (Guayabal)	15
1052	Elaboración de almidones y productos derivados del almidón	Palocabildo	1
1061	Trilla de café	Líbano, Palocabildo	3
1062	Descafeinado, Tostion y molienda del café	Palocabildo	5
1072	Elaboración de panela	Líbano	9
1082	Elaboración de cacao, Chocolate y productos de confitería	Líbano	1
1104	Elaboración de bebidas no alcohólicas, Producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas	Mariquita	15

TOTAL	85
--------------	-----------

Fuente: Cámara de comercio del Norte del Tolima

Por su parte en la Tabla 55 se describen los establecimientos relacionados con el sector agroindustrial para la zona suroriente del Tolima, en los que se destacan la elaboración de productos lácteos y la elaboración de bebidas no alcohólicas.

Tabla 55. Establecimientos Agroindustriales del suroriente del Tolima.

CIU	Descripción	Municipios destacados	Número de establecimientos
1011	Procesamiento y conservación de carnes y productos Cárnicos	Purificación, Espinal	6
1020	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos	Espinal, Melgar	13
1030	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	Espinal	1
1040	Elaboración de productos lácteos	Espinal, Natagaima	26
1051	Elaboración de productos de molinería	Espinal	14
1052	Elaboración de almidones y productos derivados del almidón	Saldaña	1
1061	Trilla de café	Melgar	1
1062	Descafeinado, Tostion y molienda del café	Ortega, Chaparral, Planadas.	3
1063	Otros derivados del café	Chaparral	1
1072	Elaboración de panela	Ortega, Rio Blanco	7
1083	Elaboración de macarrones, fideos, alcuzcuz y productos farináceos similares	Melgar	1
1090	Elaboración de alimentos preparados para animales	Guamo, Espinal Espinal	7
1101	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas	Espinal	1
1103	Producción de malta, Elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas	Melgar	1
1104	Elaboración de bebidas no alcohólicas, Producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas	Flandes, Melgar	22
1312	Tejeduría de productos textiles	Melgar	3
TOTAL			108

Fuente: Cámara de comercio del suroriente del Tolima.

De la información de la cámara de comercio se establece la presencia de 332 establecimientos, esto permite evidenciar que el 42% de los establecimientos están presentes en la zona centro del departamento del Tolima, reconociéndose ésta como la zona de mayor concentración agroindustrial.

4.4.2 Cadenas productivas

La cadena definida por expertos como la aglomeración de actores y actividades en una determinada realidad económica. Según García Wilder y otros (2009), desde el punto de vista del sector agroalimentario, es concebida como un sistema que agrupa actores económicos y sociales que participan articuladamente en actividades que agregan valor a un bien o servicio, desde su producción hasta llegar al consumidor final, incluyendo proveedores de insumos y servicios, industrialización, transporte, logística y otros servicios de apoyo, como el financiamiento. Así mismo, por ser este proceso de relación y agregación de valor no lineal ni igualitario, sino un arreglo o vínculo entre los distintos eslabones de una cadena, se puede decir que puede tener un enfoque operacional, como arreglo institucional para la planificación estratégica, la gestión de políticas, el diálogo y la concertación entre actores.

En este sentido, Colombia cuenta como marco normativo con la Ley 811 de 2003, el Decreto Reglamentario 3800 de 2006 y la Resolución 186 de 2008 que en lo fundamental, buscan consolidar la organización de las cadenas productivas para el sector agropecuario, pesquero y forestal. Reglamentación complementada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con el fin de coordinar la ejecución de la política sectorial indicando que sus funciones deberán centrarse en:

- Coordinar con los organismos públicos, actores del sector privado y de la comunidad el desarrollo productivo del producto
- Proponer y orientar mecanismos que articulen los eslabones productivo-comercial de la cadena
- Velar por el cumplimiento de las políticas para el desarrollo productivo del producto en los programas de Inversión que adelante el Ministerio.
- Sugerir y proponer planes y programas para propiciar la modernización y la diversificación productiva y el desarrollo empresarial ligado a la cadena.
- Identificar las limitantes y oportunidades del producto, sugiriendo y coordinando programas que impulsen mejoramiento tecnológico, recursos, alianzas y esquemas de cooperación.
- Velar para que los fondos parafiscales cumplan su objetivo frente al producto.

A continuación se presenta el grupo de cadenas productivas consideradas de interés para los TUT objeto de estudio, las cuales hacen parte de las 29 cadenas nacionales consolidadas hasta el año 2009 en busca de mejorar la competitividad del sector agropecuario.

Cadena del cultivo del arroz.

La relación entre los industriales del arroz en Colombia y los productores agrícolas, es directa, y se caracteriza por corresponder a una estructura de mercado oligopsónica caracterizada por la presencia de pocos compradores que son los que demandan el producto y muchos vendedores los oferentes creando un mercado que favorece a los compradores, en la medida en que el arroz paddy solo tiene mercado en los molinos para ser procesado, y por tanto, el poder de negociación, la definición de precios y el volumen de producto, son establecidos por el procesador.

Adicionalmente, la existencia de molinos que dominan la industria de carácter nacional como: molinos Roa, Arroz Diana y molino Florhuila, les permite incidir en la fijación de precios de venta de sus bienes terminados y precio de compra de insumos básicos. Según la Encuesta Anual Manufacturera –EAM- del DANE, para el año 2014 existían alrededor de 80 establecimientos dedicados a la molinería, mientras que en 2005 existían 100 y en 1992 existían 149, indicando una tendencia a la reducción y asociación de molinos arroceros en el país (Areiza, 2012)

Tabla 56. Cadena del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L)

Cadena	Objetivos	Actores y núcleos regionales involucrados	Núcleos regionales
Arrocera Molinería. Constituida 1998	Fortalecer y consolidar las ventajas competitivas y garantizar el desarrollo económico y sostenible del sector arrocero nacional.	Productores representados en Fedearroz, industria agremiada en la Cámara Sectorial del Arroz de la ANDI- Induarroz, Acosemillas, Fenalco, Amolillano, Agameta, Minagricultura, Bolsa Nacional Agropecuaria, ICA y DNP.	Tolima- Huila y Meta- Casanare.

Cadena del cultivo de Café.

Se concentra principalmente en el café verde para exportación, está fuertemente determinado por la dinámica del mercado mundial, lo que afecta tanto a la producción como a la actividad Cafetera nacional y el desempeño de los

agricultores. Esta cadena está conformada por los eslabones: Producción: reunidos por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; Comercializadores: agrupados por Asoexport, quienes comercializan entre el 60% y el 70% de las exportaciones de café. Trilladores de café e Industrializadores. La Federación Nacional de cafeteros de Colombia hace parte de todos los eslabones así:

Producción de Café: A través del gremio y con el apoyo directo del Ministerio de Agricultura garantiza la Asistencia Técnica, la transferencia de tecnología y capacitación, en aspectos técnico-ambientales, económicos y sociales a las 550.000 familias cafeteras; por intermedio de CENICAFE realiza la Investigación para mejorar la competitividad del sector.

Comercialización: A través de las 34 Cooperativas de Caficultores: Cumple una importante función estabilizadora de la comercialización con valor agregado de productos y servicios asociados con el café verde, que satisfacen las necesidades de los clientes, asegurando competitividad y eficiencia. Promoción del desarrollo cooperativo, como instrumento para la ejecución de la garantía de compra, el suministro del café y la puesta en marcha de otros programas.

Por intermedio de ALMACAFÉ se encarga de la exportación de café colombiano, cumple con la función que la FNC tiene en el aseguramiento del cumplimiento de la normatividad aplicable a la exportación de café Colombiano.

Cadena del cultivo del Fríjol

En el contexto departamental no se evidencian iniciativas de generación de valor agregado entorno al cultivo, lo cual concuerda y refuerza la necesidad de invertir en investigación, innovación y desarrollo para generar el valor agregado que pueda permitir a los productores departamentales generar mayores ingresos y convertir el cultivo en una actividad económica competitiva.

La comercialización del cultivo a nivel departamental presenta características similares al eslabón nacional ligado a la comercialización al menudeo, también con gran número de productores y pocos mayoristas, los acopiadores locales venden principalmente el fríjol a las centrales de abasto y plazas mayoristas. Corporación de Abastos de Bogotá -CORABASTOS-, en otros departamentos.

Cadena del cultivo de Mango.

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2015), la mayor producción de mango está dedicada a satisfacer la demanda nacional en fresco y procesado, siendo sus principales proveedores Cundinamarca, Tolima, Magdalena

y Antioquia. Situación que permite afirmar que para proyectar la exportación del producto hacia Europa y Estados Unidos se requiere incrementar el volumen de producción y generar mayor especialización en variedades de alta demanda como Magdalena River, Tommy Atkins, kent, Keitt, Alphonso y Ataulfo, siempre y cuando, se promueva un manejo fitosanitario acorde a la normativa extranjera, se trabaje de manera conjunta en la generación de producto estandarizado para la venta en fresco y procesado y se lidere por parte del estado y las entidades de apoyo la generación de un agro negocio solido de alta envergadura comercial.

Tabla 57. Cadena del cultivo de Mango (*Mangifera indica*)

Cadena	Objetivos	Actores y núcleos regionales involucrados	Núcleos regionales:
Mango. Constituida 1998	Identificar y fortalecer estrategias conjuntas entre el sector público y privado, para incursionar y posicionar el Mango de Colombia en los mercados internos y externo	Premios de Productores: Asohofrucol, Mangocol, Representante de productores Proveedores de Insumos: Profrutales, ANDI. Comercializadores: Frutijab, Corabastos. Industria: Hortisan, Fruandes, CEA y OLMUE. Corpoica. MADR	Tolima- Costa Atlántica y Antioquía

Cadena del cultivo de Aguacate.

El aguacate (*Persea americana Mill.*), es una fruta apreciada en el mercado mundial por su consistencia suave similar a la de la mantequilla, su exquisito sabor, su alto valor nutritivo y por sus amplias posibilidades de uso no solo en la culinaria sino también en procesos agroindustriales, su consumo se ha incrementado su consumo, con un aumento en las superficies plantadas en los países que la producen. Lo anterior ha provocado un incremento en los volúmenes de fruta, que normalmente se comercializa por lo que la industrialización es una alternativa importante para comercializar estos volúmenes. Ya que dependerá de los remanentes que queden de la producción para fresco. (Olaeta, 2003)

Es así que la inexistencia de tecnología apropiada para los procesos de transformación del aguacate, las cuales son demasiado costosas y con escasa inversión gubernamental para la implementación de los mismos, la ha mantenido en un letargo. Situación que enmarca el sector agroindustrial del aguacate en un nivel muy bajo teniendo en cuenta que los aguacates son alimentos que se deben trasladar largas distancias, incluso internacionalmente, por lo que es necesario

contar con una serie de tecnologías y prácticas que garanticen la inocuidad y la calidad de los productos durante largos períodos.

Tabla 58. Cadena del cultivo de Café.

Cadena	Objetivos	Actores y núcleos regionales involucrados	Núcleos regionales:
Cadena del aguacate y su industria. Constituida	Estandarización de calidad, la expansión y consolidación de mercados e industrialización de la fruta y fortalecimiento empresarial del gremio.	Asociación Nacional de Productores de Aguacate - ASOCATE, Asociación de Fruticulturas del Tolima – ASOFRUTOL, Asociación Hortofrutícola de Colombia ASOHOFRUCOL, Cámara Pro cultivos de la ANDI, PROFRUTALES LTDA, Aguacates de Colombia SAT, Corporación Antioqueña del Aguacate, Pascuita Foods, Universidad Nacional de Colombia, CORPOICA, Corporación Colombia Internacional, Procolombia, ICA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Costa Atlántica (Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena y Guajira); Sur Occidente (Antioquia, Eje Cafetero y Valle del Cauca) y Centro Oriente (Santander, Boyacá, Cundinamarca, Tolima y Huila).

Cadena del cultivo de Cacao.

El departamento del Tolima como productor de cacao, no cuenta con una estructura de cadena realmente fuerte, carece del eslabón de industrialización que responda de manera eficaz a la oferta de materia prima y genere valor agregado, en el trabajo de campo realizado durante la investigación, solo se identificaron asociaciones de productores que estaban desarrollando procesos de transformación a pequeña escala.

Tabla 59. Cadena del cultivo de Cacao.

Cadena	Objetivos	Actores y núcleos regionales involucrados	Núcleos regionales:
---------------	------------------	--	----------------------------

Cadena del cacao y su industria. Constituida.	Implementar estrategias de transferencia de tecnología, investigación e innovación y desarrollo de mercados, que conduzcan al aumento de las siembras y mejoramiento de la productividad del grano de cacao y posicionamiento en los mercados interno y externo con mayor valor agregado	Nutesa (Casa Luker, Compañía Nacional de Chocolates), Chocolate Gironés, Colombina, Fedecacao, Andi, organizaciones de productores, Minagricultura, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, ICA, Sena, Corpoica, Universidades.	Huila-Tolima, Santanderes, Antioquia–Eje Cafetero, Costa Atlántica, Meta y Occidente
--	--	--	--

Cadena del cultivo de Cítricos.

Cadena	Objetivos	Actores y núcleos regionales involucrados	Núcleos regionales
Cadena productiva de cítricos. Constituida. 2000	Ser un sector agroindustrial líder, competitivo y rentable, orientado a satisfacer las demandas del mercado localizado en zonas óptimas y con parámetros internacionales de calidad	Productores, Asohofrucol, Citricauca; Citriviveros, ANDI – Cámara Protección de Cultivos; CCI, Procolombia, Central Mayorista de Antioquia, Corporación de Abastos de Bogotá– Corabastos, FENALCO; Corpoica; Industrias transformadoras; Exportadores: C.I. Agrícolas Unidas, Alianza Augura, Minagricultura, SENA, ICA, universidades.	Costa Atlántica, Orinoquia, Sur Occidente: Antioquia, Eje Cafetero y Valle del Cauca; y Centro Oriente: Santander, Boyacá, Cundinamarca, Tolima y Huila.

Cadena del cultivo de Plátano

Cadena	Objetivos	Actores y núcleos regionales involucrados	Núcleos regionales
--------	-----------	---	--------------------

Cadena productiva del plátano. Constituida 2000.	Ser reconocida por la excelente calidad e innovación de sus productos y el cumplimiento de sus compromisos comerciales, bajo principios de equidad y sostenibilidad, para el desarrollo social y económico del país.	Gremios de productores de Córdoba, Urabá, Meta-Arauca, Sur Occidente (Cauca, Nariño y Valle), Quindío y Risaralda-Caldas; Almacenes de café, ANDI, Banacol, Corplátanos, Asocoagro, Gran Green, Uniban, Fritolay, La Niña, Mapy y Cinal, Banatur, Del Monte, Uniban, CIAT, CORPOICA, CENICAFE, Representante de Universidades; Delegados de los Comités Regionales, instituciones de apoyo del sector público (Minagricultura, ICA, SENA).	Córdoba, Urabá, Meta-Arauca, Sur Occidente (Cauca, Nariño y Valle), Quindío y Risaralda-Caldas,
--	--	--	---

4.4.3 Prospectiva agroindustrial para el departamento del Tolima

El proceso de globalización tiene impactos sobre los espacios territoriales, en los que se desarrollan las actividades productivas y participan diferentes actores de las cadenas agroindustriales. La dinámica de crecimiento económico de cada región, tiene vínculo estrecho entre mercado y territorios, frente a lo cual el país ha implementado diversas estrategias como los Tratados de Libre Comercio – TLC-, que surgen como resultado de procesos políticos y técnicos que, si bien es cierto se negocian por sectores y productos, involucran cadenas productivas, aportes al PIB, dinámica de crecimiento e impacto social.

Por ello, países como regiones en sus estrategias de crecimiento se enfrentan al dilema de decidir sobre sus apuestas productivas y sus apuestas espaciales; Las regiones no pueden apostarle a todos los productos posibles como tampoco a todos los espacios susceptibles de ser ocupados. El límite para demarcar esta posibilidad está determinado, inicialmente, por las condiciones de productividad o de eficiencia física y de manera complementaria las de eficiencia económica o de competitividad (Rueda Zarate, 2011). Por ello, el interés de involucrar el componente agroindustrial al diagnóstico socioeconómico y edafoclimáticas del uso de la tierra para el departamento del Tolima, busca presentar algunos escenarios de futuro inherentes a la incorporación de valor en los TUT priorizados.

4.4.4 Contexto general del sector agroindustrial nacional

El modelo de industrialización colombiano basado en la sustitución de importaciones para satisfacer la demanda interna bajo la protección del Estado, ha

presentado cambios significativos desde la década de los ochenta, con generación de políticas públicas de impulso a la liberalización de las importaciones y reconversión de la industria. Surgiendo con ello visiones diferentes de productividad, eficiencia y competitividad, que de manera directa han incidido sobre aspectos como la demografía, la geografía económica, el desarrollo agroindustria, la consolidación de cadenas productivas, la innovación tecnológica y creación de instituciones como agremiaciones de apoyo al desarrollo de clúster y productos de interés socioeconómico para el país.

Desde esta perspectiva las exportaciones colombianas han avanzado poco en su apertura, si se tiene en cuenta que estas han pasado del 16% en la década del setenta a cerca del 20% en la década del dos mil. Registro significativamente bajo, si se compara con economías como la Chilena (35%), Mexicana (29%), de Costa Rica y Perú (Rueda, 2011), que a pesar de su afinidad geográfica, productiva y cultural con nuestro país, ha evolucionado con mayor dinámica en su participación comercial con diferentes países del mundo. Su manejo productivo y comercial evidencia organización, especialización, compromiso, reconocimiento cultural de la calidad y nivel productivo de sus regiones, permitiéndoles competir con homogeneidad de producto y volumen en diversos mercados del mundo.

Sin duda, la globalización presenta grandes desafíos y el sector agrícola nacional y regional debe ajustarse a su esquema, si aspira a incrementar su expansión en el mercado (Banco Mundial, 2008), con productos primarios e insumos para la transformación sostenible de diversas industrias. Frente ello, y como guía de desarrollo se han generado diversas agendas y planes de productividad y competitividad como las indicados en la Tabla 60, que ilustran algunas de las apuestas productivas agroindustriales en las cuales deben focalizar sus esfuerzos, regiones como el departamento del Tolima.

Tabla 60. Apuestas productivas agroindustriales de interés para el país y el departamento del Tolima

Programas y planes	Apuestas productivas agropecuarias y agroindustriales
Oferta exportadora para el periodo 2006-2020 (MADR, 2006)	Productos de tardío rendimiento (palma de aceite, cacao, caucho, marañón y Macadamia), Frutas de ciclo largo (Pitahaya, mango, bananito, lima Tahití, feijoa y aguacate) y frutas de ciclo corto (uchuva, piña, maracuyá, lulo, mora, granadilla y tomate de árbol), Hortalizas (esparrago verde, Cebolla bulbo, brócoli, coliflor, alcachofa y ají), Carne bovina y lácteos, Acuicultura (camarón de cultivo y tilapia), Cafés Especiales, Tradicionales exportables (café, flores, banano,

Programas y planes	Apuestas productivas agropecuarias y agroindustriales
	azúcar y plátano), Potenciales exportables (tabaco, algodón y papa amarilla), Biocombustibles
Agenda interna para la productividad y la competitividad (DNP, 2007)	Cadenas agroindustriales importantes: cárnicos y lácteos, oleaginosas, aceites y grasas, azúcar, agroindustria hortofrutícola.
Agenda interna para la productividad y la competitividad (Ajustada 2014, Gobernación del Tolima, 2015)	Apuestas productivas agroindustriales: acuicultura, industrias frutícola y hortícola, cafés especiales, arroz y cárnicos y lácteos; encadenamiento de la cadena algodón – textil – confecciones, Reconversión productiva en las actividades arrocera y cafetera
Visión 2025 (ajustada 2014) (Gobernación del Tolima, 2015)	<p>Agroindustria con alto valor agregado</p> <p>Diseñar e implementar agricultura de precisión en el departamento del Tolima</p> <p>Producir café con valor agregado y búsqueda de nuevos nichos del mercado</p> <p>Determinación estratégica (por vocación y aptitud) de centros nucleados de producción y agroindustrialización</p> <p>Crear agrocentros integrales para el manejo de procesos comerciales y asociativos y de intercambio de información tecnológica</p> <p>Concluir y poner en marcha la fase final del Triángulo del Sur del Tolima</p> <p>Rehabilitar y construir pequeños distritos de riego</p> <p>Crear un centro de desarrollo agroindustrial</p> <p>Desarrollar la industria hortofrutícola</p> <p>Fortalecer el clúster algodón – textil – confección</p> <p>Construcción de los distritos de riego Golondrinas, Hatico Tamarindo y otros</p> <p>Desarrollar la industria de la piscicultura y camaronicultura</p> <p>Crear el clúster de arroz y cereales</p> <p>Construir plantas regionales para la gestión integral de residuos sólidos</p> <p>Desarrollar la industria láctea</p> <p>Desarrollar la ganadería de alta productividad</p> <p>Desarrollar la industria de cárnicos.</p>
Plan regional de competitividad, (CRC, 2011)	Agroindustria tecnificada: Clúster arroz, molinería subproductos, clúster algodón- textil – confección, generación de bioenergía, cadena hortofrutícola, cadena bovina-carnes y lácteos, explotación del triángulo del Tolima
Plan regional de competitividad (2012 - 2015)	<p>Sectores de alto valor agregado y talla nacional (café, arroz, ganadería)</p> <p>Crear agrocentros integrales para el manejo de procesos comerciales y asociativos y de intercambio de información tecnológica.</p> <p>Producir café con valor agregado y búsqueda de nuevos nichos del mercado</p>

Programas y planes	Apuestas productivas agropecuarias y agroindustriales
	Implementar un plan de regeneración, conservación y reforestación de áreas de bosques naturales Determinación estratégica (por vocación y aptitud) de los centros nucleados de producción y agroindustrialización. Diseñar e implementar agricultura de precisión en el departamento del Tolima.

Fuente. Los autores con base en MADR, 2006; FEDESARROLLO, 2015

Las diversas agendas estructuradas desde el gobierno central hasta el gobierno departamental, expresan que la agroindustria como alternativa generadora de valor agregado es una apuesta importante para incrementar la competitividad, promover desarrollo empresarial y generar mayor participación en la economía del país.

Actualmente las cadenas agroalimentarias del café e instantáneos, leche y derivados, carne y subproductos, oleaginosas y aceites, cereales, avicultura, porcicultura, arroz y piladoras, maíz y avicultura, vino y frutas, plátano, cacao y elaborados, chocolates y confitería, bebidas no alcohólicas (jugos,) de textiles, y cueros, han presentado un desarrollo continuo que ha incidido en el aumento de las exportaciones. Su integración real a través de los diversos eslabones de la cadena es fundamental para que dicho sector crezca aún más, pues no basta con proyectar procesos y estandarizar productos que den respuesta de uso a altos volúmenes de cosecha o producto de segunda calidad, es necesario cumplir con algunas condiciones básicas adicionales como mejorar vías de acceso rurales, incrementar los procesos de urbanización, el crecimiento del ingreso per cápita, los cambios en los hábitos de consumo, la difusión de tecnologías de procesamiento innovadoras y ante todo promover la inserción en nuevos mercados y la distribución cada vez más eficientes.

4.4.5 Oportunidades de mercado

Colombia como agente dinamizador de las cadenas productivas hoy cuenta con diversos TLC, con más de 50 países entre los cuales se encuentran México, Venezuela, el Salvador, Guatemala, Honduras, Chile, Canadá, EEUU, Perú, Ecuador, algunos países de la UE y Asia. TLC que el departamento del Tolima ha aprovechado para productos como café, limón, aguacate, mango y que puede apropiarse de manera más eficiente para obtener beneficios arancelarios y

potencializar su economía. Así por ejemplo, la negociación con Estados Unidos, favorece claramente al sector azucarero toda vez que logró triplicar su cuota de exportación a 75.000 t, incluyendo renglones de confitería y chocolatería, al sector de los biocombustibles –Etanol y Biodiesel- al sector arrocero, de maíz amarillo y blanco y productos lácteos específicamente de la línea de quesos (Procolombia, 2012).

En este sentido, es fundamental la capacidad de respuesta que puedan tener las cadenas agroindustriales colombianas y las regiones que las lideran, pues de nada vale tener acuerdos intra e intersectoriales y bilaterales, si las condiciones espaciales y productivas como los volúmenes, la infraestructura vial, distancia de los mercados potenciales, y las especificaciones de calidad de los productos no cumplen con la demanda y los estándares de la normatividad exigidos por el mercado demandante. Para lo cual el enfoque productivo regional y sectorial enmarcado en el fortalecimiento de sus capacidades, requiere una adecuada sinergia con el sector privado, los mercados y el ente gubernamental.

4.4.6 Contexto agroindustrial departamental

Al observar el desempeño del PIB departamental, la actividad manufacturera registró la tasa de crecimiento más baja, seguida por la actividad agropecuaria que se mantuvo como una de las principales labores productivas y generadoras de empleo del departamento. El Tolima aportó el 3.2% a la tasa de crecimiento del PIB nacional para el año 2014, porcentaje relativamente bajo con el cual logró mantenerse en el décimo lugar entre los departamentos que más aportan a la economía nacional. Su actividad manufacturera registró la tasa de crecimiento más baja del departamento, con una participación del 15% para el año 2013 (Delgado et al., 2015) cifra que ratifica el bajo nivel de desarrollo agroindustrial del departamento.

La Tabla 61, presenta el volumen y participación de los principales cultivos agrícolas del departamento para el año 2014, poniendo en evidencia que la mayor extensión de tierra de la región es empleada en el cultivo de arroz, maíz, plátano, café, algodón y frijol, siendo los tres primeros productos básicos de la canasta familiar.

La producción de arroz, maíz tecnificado, aguacate y limón ocupan el primer lugar a nivel de producción nacional, el mango, algodón y frijol, representan el segundo lugar y el cultivo de café el tercero después del Huila y Antioquia. Contexto se aunado a la posición nacional de la mayoría de los TUT restantes objeto de estudio, pone de manifiesto la importancia del departamento en la

producción agrícola del país, así como, la experiencia, aptitud del suelo y adecuada tecnología con la que cuenta para continuar apoyando el sector. Sin embargo, es pertinente reflexionar sobre la posibilidad de especializar su producción, partiendo del reconocimiento de los productos más rentables, de mayor demanda, más reconocidos por calidad y volumen y más competitivos a nivel interno e internacional.

Tabla 61. Volumen de participación en la producción nacional de los principales productos agrícolas del departamento del Tolima

Producto	Área cosechada (has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)	Participación en Producción Nacional (%)	Puesto nacional
Cacao	9478	5571	0,59	6,61	5
Frijol	18.406	28.697	1,56	24,96	2
Café	100.833	86.454	0,86	11,87	3
Lima Tahití	300	4500	15,00	27,40	1
Limón pajarito	3.006	33.573	11,17	37,78	-
Maíz forrajero	180	3275	18,19	2,16	-
Maíz tecnificado	39.078	217.467	5,56	27,02	1
Maíz tradicional	18.934	39.062	2,06	5,99	5
Mango	5.539	77.231	13,94	28,56	2
Plátano	20.465	162.798	7,96	4,87	9
Arroz	99.668	675.827	6,78	43,89	1
Algodón	20.873	36.251	2,54	28,5	2
Aguacate	8.089	65.945	8,15	20,57	1

Fuente. Los autores, con base en cifras del MADR, 2015; Agronet, 2016.

La estructura productiva del país se caracteriza por estar fuertemente concentrada en unas pocas regiones. Bogotá y cuatro departamentos que generan más del 60% del PIB nacional, a saber Cundinamarca, Antioquia Valle y Santander, departamentos en donde se concentra el mayor número de empresas procesadoras y exportadoras del país.

El departamento del Tolima, cuenta con gran diversidad de cultivos como se presenta en la Figura 94, contando principalmente con empresas de valor agregado focalizadas en las líneas de molinería, elaboración de alimentos balanceados para animales, embutidos, derivados lácteos, trilladoras y tostadoras de café; siendo aún muy pobre o nulo el nivel tecnológico y número de empresas que laboran en la

industrialización de mango, aguacate, limón, frijol, cacao, plátano y sus subproductos.

En particular para el caso del algodón, es importante indicar que algunos expertos en el tema consideran una oportunidad hacer parte del Clúster Textil - Confección del Tolima (CTCT), frente al cual se pensaría que su importancia radica en la producción de la materia prima y generación de valor agregado a través de las empresas de confección, sin embargo el hecho de ser un cultivo transitorio y tener tan bajo nivel de rendimiento por hectárea, han generado la importación de insumos a precios más bajos, y el cierre de empresas de gran envergadura como Texpinal, Fatextol y Fibratolima.

Frente a lo cual, el Tolima como estrategia de competitividad se encuentra preparando a la región para producir telas con algodón orgánico y de esa manera reactivar su esquema de negocio. Esta iniciativa denominada Tolima Texgreen (TTG), tiene como ambiciosa meta hacer de Colombia el primer país de Latinoamérica productor de prendas de algodón orgánico y certificado de talla mundial. Para ello, Julio César Mendoza, director del CTCT, “indica que el punto de partida de este proyecto consiste en el diagnóstico e inventario tecnológico de la cadena de producción, desde la hiladora hasta la obtención final del producto, con rediseño del proceso industrial bajo protocolos de producción limpia”. Las grandes limitaciones de esta propuesta radican en la integralidad del proceso de producción, puesto que Colombia no cuenta con cultivos de algodón orgánico, lo cual es una gran desventaja porque obliga a importar el insumo” y el sector agropecuario deberá buscar su beneficio con una alternativa de negocio, que será competir no por cantidad por los costos de la tecnificación, sino por calidad de producto. (El espectador, 2016)

Al comparar los resultados de la EAM a nivel nacional, se tiene que la industria del Tolima creció por debajo del promedio nacional tanto en producción bruta como en valor agregado, con lo cual su participación en el total nacional se redujo. Adicionalmente, mientras a nivel nacional el número de establecimientos y la ocupación tuvieron un desempeño positivo, en el departamento las dos variables registraron tasas de crecimiento negativas, como se observa en la Tabla 62. Siendo importante precisar que este comportamiento obedecen a razones culturales, de impuestos, irregularidad de servicios, falta de apoyo gubernamental frente a la generación de agronegocios, altos costos logísticos y limitado acceso a materias primas por volumen y precio, obstáculos sobre los cuales se puedan implementar acciones correctivas.

Tabla 62. Participación y crecimiento de la industria manufacturera del Tolima respecto a la industria nacional

Variables	Año	Tolima		Crecimiento promedio anual%
		2000	2013	
Producción bruta		1630	2429	3,1
Valor Agregado		691	864	1,7
No. De establecimientos		147	114	-1,9
Personal ocupado		7483	5440	-2,4
Nacional				
Producción bruta		83612	142524	4,2
Valor Agregado		36.636	55127	3,2
No. De establecimientos		7246	9227	1,8
Personal ocupado		534573	676883	1,8

Fuente: Dane, EAM, Fedesarrollo, 2015

A nivel agroindustrial, la molinería represento la principal actividad del sector con una participación de 76% en 2013. Actividad a la cual le siguió en importancia la industria de bebidas con participación del 8,1%. Por su parte, la cadena hortofrutícola, para el mismo año, logro una participación del 4% en el valor agregado del sector alimentos (Delgado et al., 2015). Cifras que podrían ser superiores si se tiene en cuenta que Procolombia (2013), indica que el departamento cuenta con potencialidad productiva para exportar carne bovina, lácteos, cafés especiales, frutas y hortalizas, biocombustibles, fibras de uso textil y derivados lácteos, aprovechando las oportunidades de los TLC vigentes. Tabla 63.

Tabla 63. Potencialidad agroindustrial del departamento del Tolima

Potencialidad agroindustrial	Mercado demandante y potencial
Derivados del café gourmet: cafés artesanales, marcas blancas de café Premium, amigable con el medio ambiente, cafés certificados, pods de cafés suaves (cápsulas mono dosis)	EEUU, Corea de Sur, Perú, Reino Unido, Japón, Finlandia, Honduras, Indonesia, Latinoamérica
Productos saludables, congelados, extractos, esencias, snack's, procesados de frutas tropicales, con certificación Fair Trade, Kosher y Halal.	Suecia, Chile, Canadá, Turquía. Latinoamérica
Productos frescos especialmente cítricos	Curazao, Francia, Japón, Hong Kong

Potencialidad agroindustrial	Mercado demandante y potencial
Algodón y fibras vegetales de uso textil	Bolivia, Portugal, Tailandia, El Salvador, México, Perú

Fuente: PROCOLOMBIA, 2013.

En relación a las exportaciones Tabla 64, el departamento del Tolima registro un crecimiento negativo entre el 2013 y 2014, comportamiento que no se corresponde con promedio del proceso del 2006 al 2013. Dentro de esta categoría sobresalen las exportaciones de alimentos con un crecimiento promedio de 12% anual y las de productos agropecuarios distintos al café, con incremento del 38% promedio anual. En contraste las exportaciones de textiles que registraron una reducción promedio anual del 30%, no obstante se registra un comportamiento positivo entre el 2013 y 2014, llevan a pensar que la estrategia de Ibagué- maquila y moda ha pretendido tener efecto positivo sobre el comportamiento de este sector.

Tabla 64. Evolución de las exportaciones del Tolima

Categoría	2013	2014	Crecimiento anual del sector entre 2006 – 2013 (%)
Exportaciones Totales	312.488	212.811	10
Café	83.250	134.637	-5
Producción Agropecuaria	3.712	3.555	38
Pn Ind. Alimentos	32.479	25.522	12
Pn Ind. Textiles	1649	4.037	-30

Fuente: DIAN, (Delgado et al., 2015)

Ubicación relativa de empresas agroindustriales respecto a insumos de los TUT priorizados

En la Figura 93, se evidencia que las coberturas presentes en el departamento, coinciden con la mayor parte de las empresas dedicadas al acopio, secado, trillado y tostado del café, las cuales se encuentran distribuidas principalmente en tres nodos: Nodo Centro representado por Ibagué; Nodo –Norte del cual hacen parte Palocabildo, Líbano, Falán, Villahermosa, y Nodo-Sur del cual hacen parte los municipios de Chaparral, Ataco, Ortega y Planadas, municipios que se han especializado en la producción de café con alto valor agregado; se resalta que el mayor porcentaje de trilladoras y tostadoras se ubican en el municipio de Ibagué, posiblemente para facilitar la convergencia de producto procedente de los tres nodos.

Frente al manejo agroindustrial del maíz, el departamento del Tolima aprovecha su condición de ser líder en producción de maíz especialmente tecnificado, para la producción de alimentos balanceados para animales. Actualmente este TUT, integra a su actividad productiva 12 plantas procesadoras de concentrados, 5 ubicadas en Ibagué y 7 en el nodo centro oriente del departamento. Se podría pensar que a nivel de este renglón productivo se podrían generar plantas procesadoras de arepas, ya que la región es demandante por cultura de consumo de esta línea de productos que hoy por hoy son manejadas como negocios informales de barrio. De igual manera si se tiene en cuenta la cercanía con Bogotá y sus municipios anexos, una mayor producción de maíz amarillo a precio competitivo, para lo cual se debe evaluar la pertinencia de las variedades cultivadas, podría tener un mercado potencialmente grande en las plantas procesadoras de alimentos para aves ubicadas en Funza y Mosquera, las cuales dependen en un 60% o más de su formulación de esta importante materia prima, así como las industrias procesadoras de maíz extruido como Kellogg's.

Respecto a la industria molinera, se evidencia que el renglón agroindustrial más grande del departamento y sus coberturas coinciden con la mayor parte de las empresas dedicadas al acopio, secado, trillado y molienda del arroz, las cuales se encuentran distribuidas al igual que el café en tres nodos. Figura 94. Nodo Centro representado por Ibagué; Nodo –Norte del cual hacen parte Lérída, Venadillo y Ambalema, y Nodo- Centro Oriente del cual hacen parte los municipios de Espinal, Guamo y Saldaña, siendo este nodo el que concentra la mayor parte de las empresas agroindustriales arrocera como lo son Arroz Florhuila, Arroz Roa, Unión de Arroceros S.A.S., Diana Corporación S.A.S., molino Caribe, molino Espinal, Arroz Sonora, Molino Grande Ltda, Moliharinas del Tolima, Maria Carolina y Hnos S.A.S., Harina y granos de Colombia, entre otros.

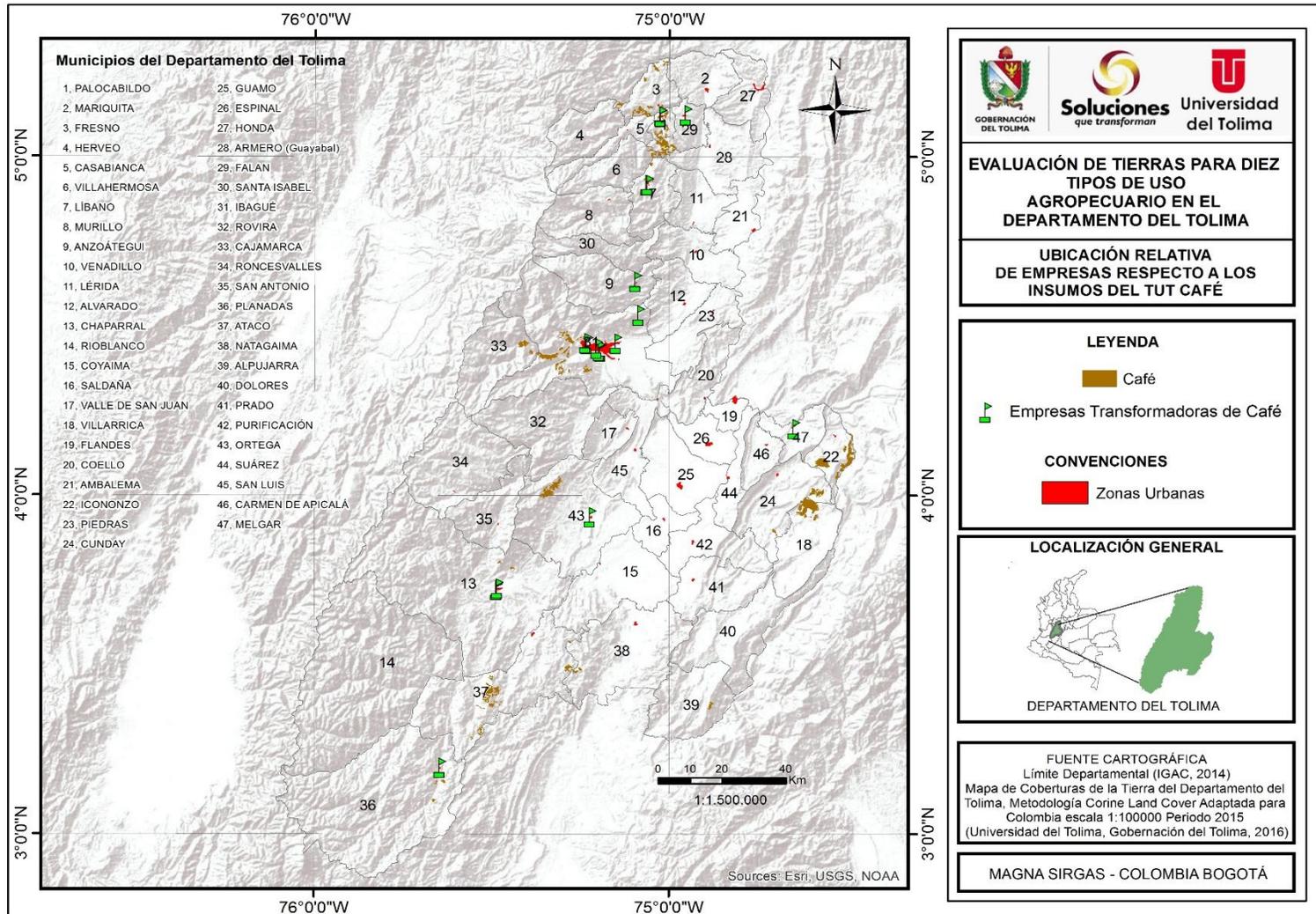


Figura 93. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de Café.

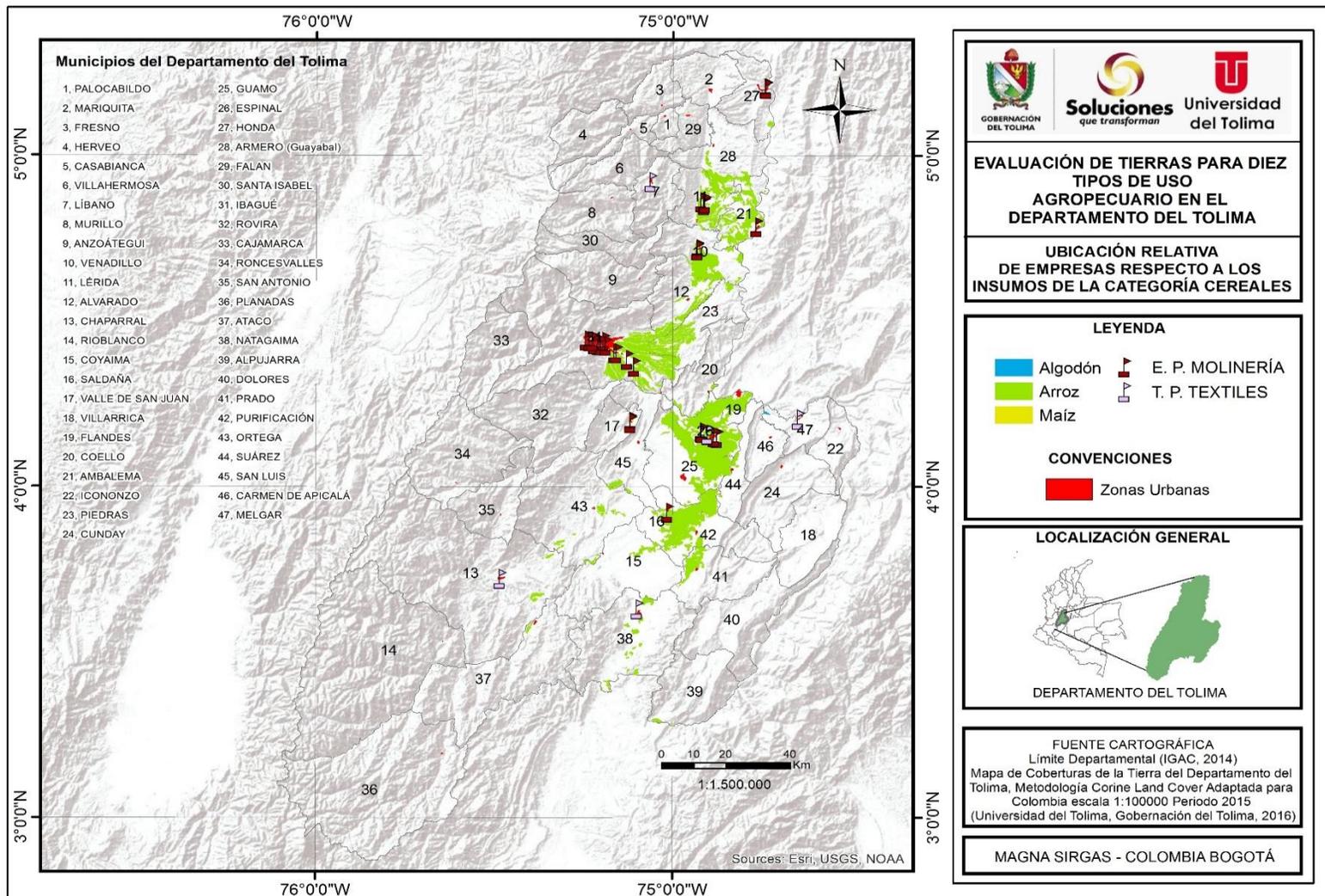


Figura 94. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de molinería y textiles

A diferencia del café y el arroz, las desmotadoras de algodón son pocas y dispersas, evidenciándose la presencia de 9 empresas, 78% pequeñas ubicadas en Líbano, Ambalema, Chaparral, Melgar y Natagaima y dos medianas correspondientes a desmotadoras ubicadas en Espinal y Guamo, ya que las hilanderías en su totalidad han sido cerradas. Se podría afirmar que el único nodo donde se concentra la mayor actividad ligada con el clúster textil-confección se encuentra en la ciudad de Ibagué y corresponde a la elaboración de camisetas, jeans y otras prendas de vestir.

Aun cuando por agroindustria no sobresale la zona norte del departamento, es importante reconocer que ésta es generadora importante de frutas como mango, aguacate, plátano y mora, por lo cual pensar en centros de acopio, plantas de clasificación, acondicionamiento y/o procesadoras como la construida en Murillo para la asociación de Frutimur, pueden facilitar el manejo en fresco y la generación de producto intermedio para ser entregado a otras procesadoras del eje cafetero o norte del país, tales como Frugy que procesa y exporta pulpas y conservas de fruta especialmente amigables con el medio ambiente.

Entre tanto, el mapa relacionado con la industria cárnica y de derivados lácteos, que se encuentran estrechamente relacionados con el TUT de pasturas, refleja que hay gran cantidad y dispersión de microempresas procesadoras de estos productos. Las cuales en su mayoría se encargan de generar valor agregado a través del beneficio, la elaboración de quesos, productos lácteos fermentados y en menor escala carnes procesadas. Figura 96. En la mayoría de los casos para un mismo municipio o nodo se instalan empresas de los dos tipos, posiblemente por manejo de ganado de doble propósito o sencillamente demanda de productos básicos de la canasta familiar, que requieren de instalaciones adecuadas para el sacrificio de animales, desposte de carne y manejo de leche líquida.

Frente al mapeo general de la agroindustria del departamento, se puede afirmar que no obstante sea bajo su grado de desarrollo, la mayor concentración de empresas se da en el municipio de Ibagué, posiblemente por ubicación estratégica cerca o dentro de la capital, en donde se tiene mayor posibilidad de acceso a insumos, oferta de mano de obra calificada, acceso a más bienes, servicios públicos y de logística para mediar o intervenir mercados de otras zonas del país. Figura 95. Más aún, si se tiene en cuenta que Ibagué es centro de conexión con el occidente, centro y norte colombiano, cuenta con infraestructura vial 4G apta para la movilización de productos perecederos, está ubicada estratégicamente para que converjan productos de diferentes puntos del departamento, se puede pensar que es sitio clave para el desarrollo de la agroindustria departamental. No se descarta

que algunas de las industrias ya consolidadas hayan sido creadas a partir de la avalancha de Armero, cuando se buscó potencializar su desarrollo con la exoneración de impuestos durante 10 años, momento en el cual se ubicaron empresas importantes como Gradinsa, Tolihelados, Tolicrem, Pastas la Muñeca, el Trebol, entre otras, que han emigrado a otros departamentos o países en parte por costo y calidad de servicios públicos, apoyo gubernamental y apoyo del consumidor regional.

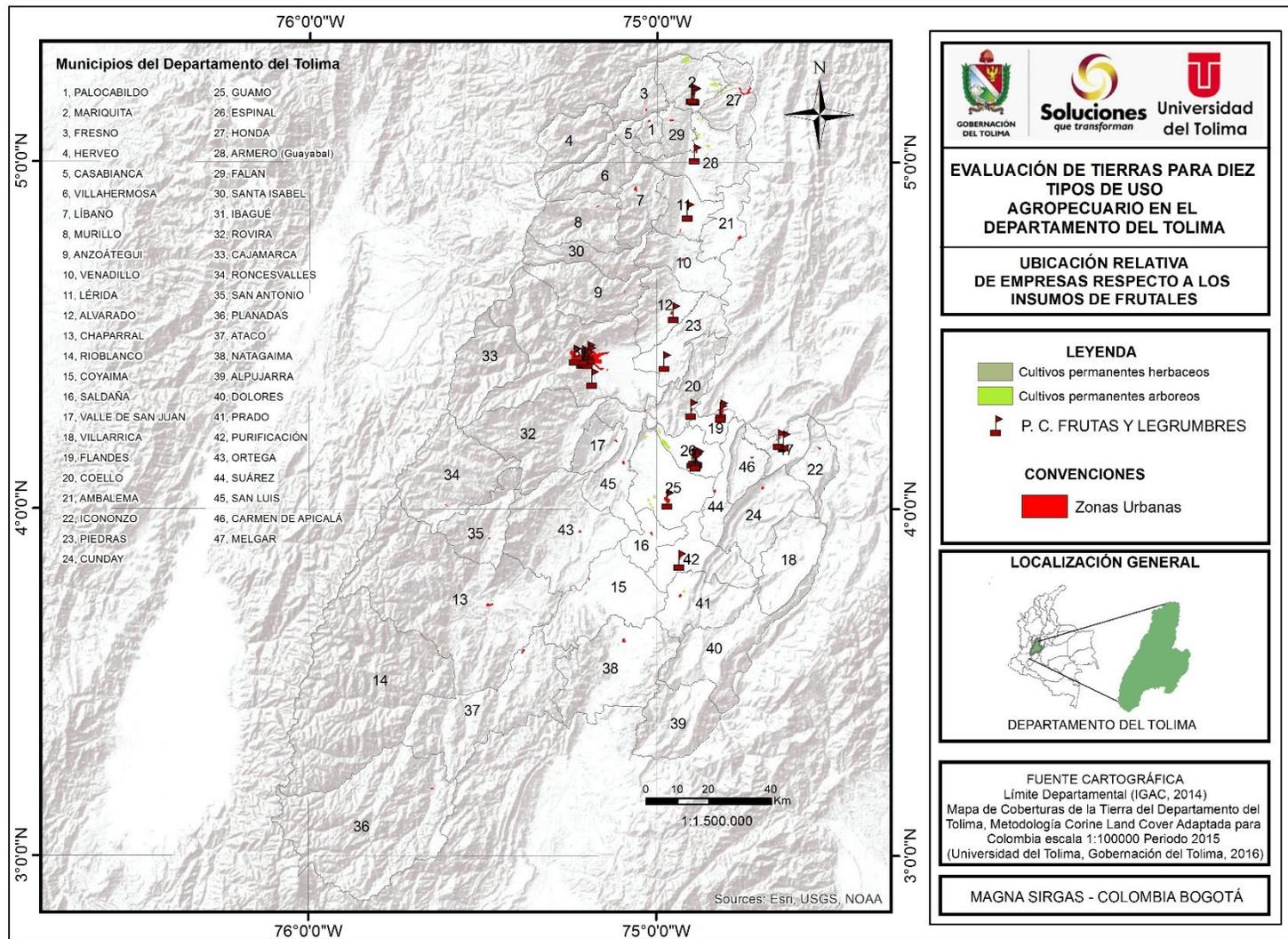


Figura 95. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de Frutales

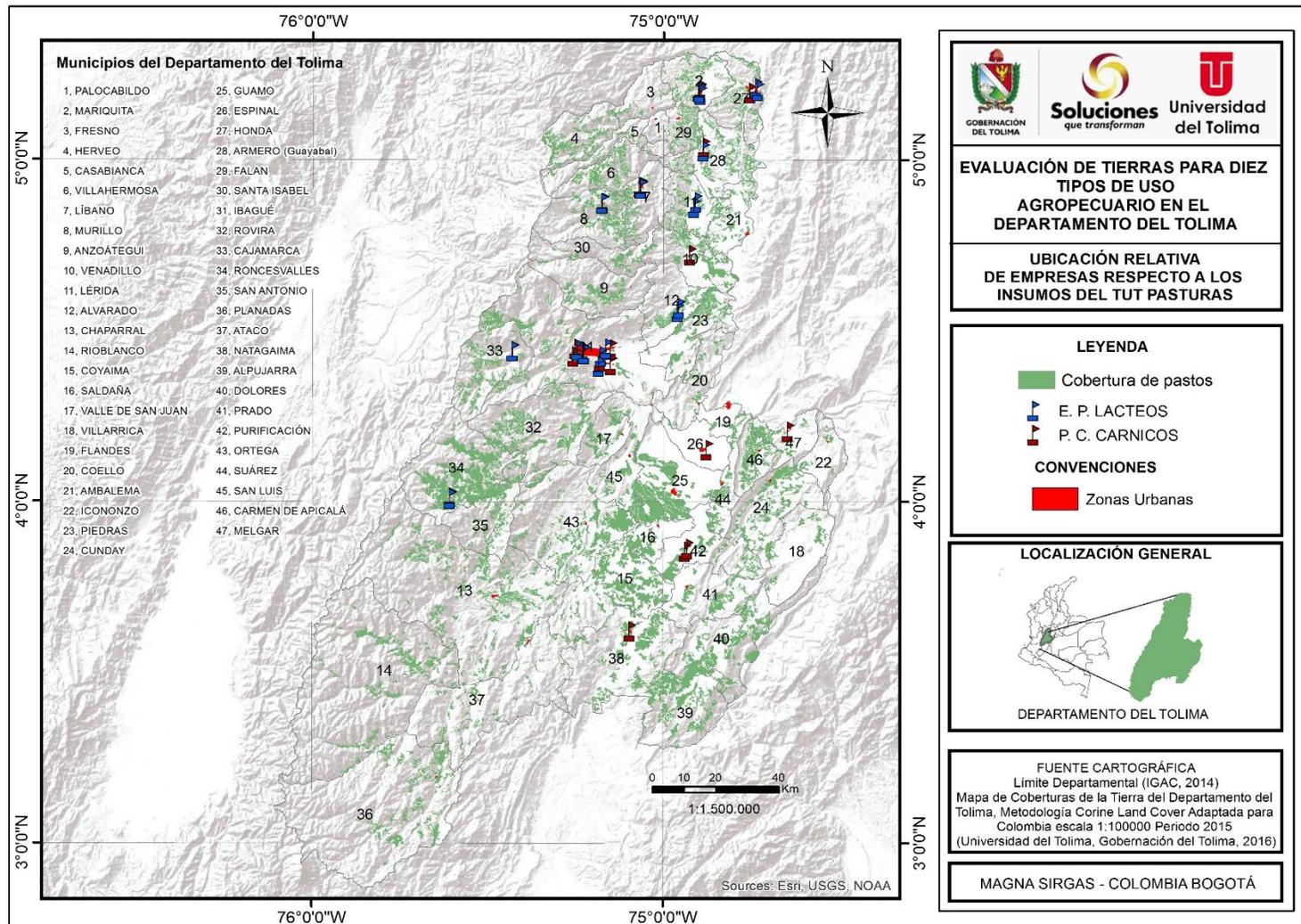


Figura 96. Ubicación relativa de empresas agroindustriales relacionadas con el manejo y transformación de Cárnicos y Lácteos.

Sin duda, Ibagué es una ciudad que presenta un entorno de desarrollo Robusto según la clasificación del DNP, el cual se explica principalmente por los niveles relativamente avanzados de sus dimensiones económica y social. No obstante, se observan limitaciones en su dimensión urbana, asociada entre otros factores con una densidad de población inferior a las de otras capitales del país y rezago en la dimensión de seguridad, como resultado de las elevadas tasas de hurto, que están entre las más altas del país (693 por cada 100.000 habitantes) (Fedesarrollo, 2015).

4.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA DIEZ TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA, PARA EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

De acuerdo con la metodología de UPRA – Universidad nacional para la evaluación de tierras con fines agropecuarios, la evaluación económica se basa en el cálculo de indicadores de rentabilidad para los diferentes TUT priorizados. Esta evaluación es de tipo financiera y se utiliza para ello con precios de mercado; y la otra es de tipo socioeconómico mediante el uso de precios sombra.

La evaluación económica y financiera de los cultivos se hizo con base en un tipo de sistema de producción. El departamento del Tolima por su vocación y tradición agrícola presenta diferentes formas de producción que implican tanto sistemas tradicionales con nula o poca tecnificación y sistemas tecnificados. Dado que la evaluación económica y social busca la selección de usos agropecuarios eficientes, el tipo de sistema de producción con base en el cual se hace la valoración de rentabilidad, en general son sistemas tecnificados para cada uno de los usos agropecuarios estudiados.

Para el cálculo de los indicadores de rentabilidad se requirió de la construcción de la siguiente información:

- Elaboración de una estructura de costos: incluye los gastos de establecimiento, de levantamiento (o gastos relacionados con el período vegetativo) y de sostenimiento del cultivo. Los gastos de inversión en maquinaria y equipo, cuyo uso es independiente de la cantidad de hectáreas (ejemplo: tractor), se les asignó un costo equivalente a una hectárea, según el caso. Igualmente, el rendimiento por hectárea es producto de las mejores condiciones edafoclimáticas y un sistema tecnificado, eficiente. Tanto los datos de costos como de rendimientos fueron soportados por la consulta a productores y asistentes técnicos en visitas a fincas, gremios y talleres participativos.

- En el caso del algodón y el maíz, estos fueron evaluados como sistema de producción secano que se alterna entre estos dos usos.

- Dado que los TUT priorizados en esta evaluación de tierras tienen diferentes ciclos biológicos y productivos y los sistemas tecnificados también determinan el ciclo de vida de los mismos, fue necesario definir un período u horizonte de tiempo para la evaluación homogéneo de 12 años.

- La metodología requiere de una tasa de interés de descuento o del costo de capital que se utiliza para establecer el cultivo. Para la evaluación financiera se utilizó la tasa promedio de interés activa de enero – diciembre del año 2014, equivalente a 10,87%, informada por el Banco de la República. Para la evaluación social se usó la tasa social de descuento, que es el costo del capital

aportado por el Estado en proyectos de inversión pública, la cual es calculada por el Departamento nacional de Planeación y que para el año 2014 es de 12%.

- Los precios de insumos y de cultivos son valores constantes del año 2014. Los precios de mercado de los insumos fueron asignados por igual a cada TUT, para lo que se unificó información de las principales casas comerciales y sus principales zonas de venta en el Departamento del Tolima. El precio de los cultivos se calculó tomando en cuenta valor promedio anual en los municipios o plazas formadores de precio. Los precios sombra, utilizados en la evaluación social, se calcularon a la metodología UPRA – Universidad Nacional.

Los indicadores que se analizaron fueron: El Valor Presente Neto –VPN: La Tasa Interna de Retorno –TIR- y la Relación Beneficio Costo –RCB-, indicadores que servirán de base, para la toma de decisiones. En los tres casos se una tasa de descuento que funciona referencia de rentabilidad. Valores menores a esa tasa serán causa de inviabilidad económica. Esta tasa de descuento es la tasa que mide el costo del capital invertido en el cultivo, puede ser única si el capital proviene de una fuente o compuesta si el capital proviene de más de una fuente. La tasa de descuento social, es el costo de capital del Estado, usado en inversiones públicas. Los indicadores y su definición son los siguientes;

Valor Presente Neto –VPN-

Se obtuvo a partir de la sumatoria de los Flujos de Caja Netos – FCN- descontados a la tasa de descuento informadas arriba, para un periodo de vida útil de 12 años, menos el valor de la inversión inicial. El criterio de eficiencia o rentabilidad según el VPN está dado por:

Si $VPN > 0$, implica que los beneficios del TUT son mayores que sus costos, con una rentabilidad (utilidad) mayor a la tasa de descuento, en el caso de la inversión privada. En el caso del VPN social, un valor mayor que cero indica que el cultivo genera beneficios extraordinarios en el bienestar social.

Si $VPN = 0$, significa que los ingresos del TUT cubren todos los costos del mismo, incluida la inversión inicial y su rentabilidad es igual a la tasa de descuento. En términos financieros es una inversión viable. El VPN social con valor igual a cero, indica que sus beneficios en bienestar social son equivalentes a los costos, valorados a la tasa de descuento social. Si se trata de definir si vale la pena invertir en este TUT, debe tomarse en cuenta otros criterios adicionales.

Si $VPN < 0$, indica que no es conveniente realizar una inversión ni privada ni con recursos públicos, porque el TUT no cubre los costos de producción e inversión,

a la tasa descuento utilizada. Se requiere de cambios en la técnica de producción que mejoren los rendimientos, o del uso de insumos menos costosos.

Tasa Interna De Retorno –TIR-

Mientras el VPN se calcula con base en una tasa de descuento, el TIR mide la rentabilidad propia del proyecto. El criterio de decisión con base en los valores de TIR está dado por:

$TIR >$ tasa de descuento privada. En este caso se asume que el TUT genera beneficios son mayores que sus costos, con una rentabilidad (utilidad) mayor a la tasa de descuento. Cuando el TIR social es mayor que la tasa de descuento social, se entiende que el cultivo genera beneficios extraordinarios en el bienestar social.

$TIR =$ tasa de descuento privada. Significa que los ingresos del TUT cubren todos los costos del mismo, incluida la inversión inicial y su rentabilidad es igual a la tasa de descuento. En términos financieros es una inversión viable. El TIR social con valor igual a la tasa de descuento social, indica que sus beneficios en bienestar social son equivalentes a los costos. Si se trata de definir si vale la pena invertir en este TUT, debe tomarse en cuenta otros criterios adicionales.

$TIR <$ tasa de descuento privada. Indica que no es conveniente realizar una inversión ni privada ni con recursos públicos, porque el TUT no cubre los costos de producción e inversión. Se requiere de cambios en el proceso productivo que mejore los ingresos o considerar otros usos agropecuarios.

RBC Relación Beneficio Costo

Este indicador compara los ingresos de un proyecto productivo con sus costos, ambas series de precios descontadas a la tasa del costo de capital privada o pública.

Si $RB/C > 1$, los beneficios superan los costos, por tal razón el TUT es viable financieramente. En términos sociales, este resultado de la RB/C indica que el TUT genera bienestar social.

Si $RB/C = 1$, los beneficios y los costos son iguales; debe tenerse en cuenta otros criterios para decidir si hacer la inversión en el TUT o no, aunque financieramente es viable. Un RB/C social igual a uno, indica que no hay cambios significativos en el bienestar social.

Si $RB/C < 1$, los costos son mayores que los beneficios, financieramente es un proyecto que genera pérdidas, el proyecto debe rechazarse. Desde el punto de

vista social, este resultado implica que el TUT evaluado afecta el bienestar social, por tanto no es recomendable desarrollarlo.

De acuerdo con Miranda (2006), La evaluación y selección de proyectos tiene por objeto comparar posibles opciones de inversión para orientar los recursos escasos en la forma más conveniente para la comunidad. No resulta fácil elegir entre varias alternativas que atienden necesidades diferentes, que requieren cantidades de recursos distintos, que varían de tamaño y localización y que además utilizan y aplican variadas tecnologías; por lo tanto el estudio de los proyectos requiere la aplicación de técnicas cualitativas y cuantitativas que permitan una adecuada asignación de recursos. Por ello, los criterios de decisión definidos arriba para cada indicador de rentabilidad son válidos cuando se evalúa un TUT por sí solo. Sin embargo, en el contexto de la evaluación de tierras, es necesario comparar entre diferentes usos, en cada una de las zonas que resultaron óptimas para producir más de un TUT desde el punto de vista biofísico. Así el TUT a seleccionar por zona es aquel que tenga mayor valor de VPN, TIR y RB/C.

Los resultados de la evaluación de los indicadores de rentabilidad financiera y social, por TUT se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 65. Evaluación financiera y social de los diez TUT agrícola para el departamento del Tolima.

TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA	EVALUACIÓN FINANCIERA			EVALUACIÓN SOCIAL		
	VPN (\$)	TIR (%)	RBC (%)	VPN (\$)	TIR (%)	RBC (%)
Arroz	22.911.10	106%	1.19	32.881.30	151%	1.32
Café	10.364.64	25%	1.11	18.179.69	34%	1.22
Frijol	30.910.27	52%	1.53	34.497.86	59%	1.69
Mango	48.516.13	26%	1.50	51.475.15	30%	1.62
Aguacate Hass	30.876.27	27%	1.55	32.291.94	31%	1.68
Aguacate Lorena	156.848.79	65%	4.04	147.967.77	70%	4.37
Cacao-Plátano-Maderable	64.925.81	63%	2.64	62.500.74	81%	2.83
Plátano	67.702.04	66%	1.47	77.040.49	81%	1.62
Lima	260.499.87	81%	2.76	256.640.25	90%	3.02
Algodón- Maíz	3.624.69	42%	1.06	9.003.35	78%	1.18

De acuerdo a la evaluación financiera los TUT con la mejor RBC.

Tabla 66. Mejor TUT según la relación Beneficio Costo -RBC-

TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA	EVALUACIÓN FINANCIERA			EVALUACIÓN SOCIAL		
	VPN (\$)	TIR (%)	RBC (%)	VPN (\$)	TIR (%)	RBC (%)
Aguacate Lorena	156.848.79	65%	4.040	147967.770	70%	4.370
Lima	260.499.87	81%	2.760	256640.250	90%	3.020
Cacao-Plátano-Maderable	64.925.81	63%	2.640	62500.740	81%	2.830
Aguacate Hass	30.876.27	27%	1.550	32291.940	31%	1.680
Frijol	30.910.27	52%	1.530	34497.860	59%	1.690
Mango	48.516.13	26%	1.500	51475.150	30%	1.620
Plátano	67.702.04	66%	1.470	77040.490	81%	1.620
Arroz	22.911.10	106%	1.190	32881.300	151%	1.320
Café	10.364.64	25%	1.110	18179.690	34%	1.220
Algodón- Maíz	3.624.69	42%	1.060	9003.350	78%	1.180

CONCLUSIONES

El 70% de las empresas se localizan en Ibagué y Espinal. Ibagué presenta mayor diversificación agroindustrial, organizaciones más estructuradas formalmente, mientras que en Espinal la actividad agroindustrial gira alrededor de la molinería de arroz. El entorno tanto general (económico, social, cultural, político, jurídico, ecológico), como específico (clientes, proveedores, competencia), presenta las siguientes características: -Alta variabilidad por cambios continuos en políticas económicas, gustos de consumidores, nuevas tecnologías, alta competencia, cambios socio-culturales. -Incertidumbre por escasa estabilidad en su entorno. El ritmo de aceleración de los cambios no permite planear a largo plazo (Lastra & Macías, 2015).

- Con base en la información consolidada, la producción agrícola del Tolima representa gran parte del PIB agropecuario departamental. Se destacan para el año 2015 la producción de 8 de los TUT's evaluados, entre los cuales se encuentran lima Tahití, arroz, aguacate y maíz tecnificado frijol, mango, algodón y café, que al ser confrontados con el número y tamaño de las agroindustrias que les aportan valor agregado, ponen de manifiesto que el actual potencial agroindustrial del departamento se centra principalmente en café, arroz, lima y algodón.
- Para las fortalezas agropecuarias del departamento es necesario generar valor agregado que facilite acceder a nuevos mercados nacionales e internacionales. Con ello, se potencializara la posición productiva de la región, los volúmenes generados que actualmente se pierden o venden a precio muy bajos, la diversificación de bienes hacia líneas agroindustriales sin restricción fitosanitaria y la competitividad del departamento en la cual actualmente ocupamos el puesto 14.
- La mayor actividad agrícola del departamento se concentra en municipios de los nodo, norte, centro y centro oriente, los cuales generaron el mayor aporte al PIB del departamento en el año 2012. En el otro extremo se ubican 29 municipios (62%) cuya contribución individual al PIB del departamento no supera el 1%. Entre tanto, el mayor desarrollo agroindustrial del departamento se da en el nodo centro oriente, especialmente en el municipio del Espinal y en el nodo centro en el municipio de Ibagué, siendo posiblemente la justificación de su ubicación, el acceso a materia prima, insumos, empaques, mano de obra calificada, red vial, medios logísticos y calidad de servicios entre otros.

- El desarrollo futuro del sector está en la especialización de la oferta regional siguiendo el patrón de ventajas comparativas y competitivas a manera de clúster, para así desarrollar nichos productivos con vocación exportadora. De igual forma, el desarrollo de la capacidad exportadora será fundamental para el sector y solo se dará sobre la base de un complejo agroindustrial organizado y una estructura empresarial eficiente (SIOC, 2014), que podría estar ubicado en Ibagué o zonas aledañas que faciliten la logística de comercialización a puertos y grandes centros urbanos del país.
- Los resultados del Tolima, tanto en lo referente a su crecimiento económico como en la evolución de sus indicadores sociales y de competitividad, ponen de manifiesto que aún hay que mejorar sustancialmente la tecnología de producción, para garantizar volumen y estándares de calidad, en los productos que piense promover la gobernación como estrategia de desarrollo económico regional.
- El limón, aguacate y mango constituyen los productos con perspectivas más favorables de crecimiento, atendiendo a la evolución de la demanda, las nuevas tendencias de productos funcionales, orgánicos, de fácil preparación, de ahí que la generación de centros de acopio y acondicionamiento que permitan realizar labores de clasificación, encerado y empaque y empresas procesadoras que generen productos propios mínimamente procesados, estabilizados, congelados y/o deshidratados ofertados a través de almacenes de cadena, servicio de maquila o como productos intermedios para agroindustrias de mayor tamaño ubicadas en Bogotá, Cali, Medellín o Eje Cafetero, son importantes de considerar dentro de las estrategias de desarrollo regional.

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

- Abdel-Wahed, M. H., & Snyder, R. L. (2008). Simple equation to estimate reference evapotranspiration from evaporation pans surrounded by fallow soil. *Journal of irrigation and drainage engineering*, 134(4), 425-429.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration- Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. *FAO, Rome*, 300(9), D05109.
- Arcila, J., Farfan, F., Moreno, A., Salazar, L., & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafé. Recuperado a partir de <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo1.pdf>
- Areiza, Á. (2012). Estudio de mercado. Diagnóstico del mercado del arroz en Colombia (2000-2012). Superintendencia de Industria y Comercio. Recuperado a partir de http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/publicaciones/pdf/Arroz2012.pdf
- Arias, F., Tamara, L., & Arbeláez, F. (2006). Apuesta exportadora agropecuaria 2006-2020. *República de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*.
- Asociación para el desarrollo del Tolima - ADT. (2005). *Construcción compartida de una visión para el Tolima 2025*. Ibagué-Tolima.
- Asohofrucol. (2013). *Programa de transformación productiva*. Recuperado a partir de <https://www.ptp.com.co/documentos/Plan%20de%20negocio%20hortofrut%C3%A4Dcola.pdf>
- Asohofrucol, & Corpoica. (2013). Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima. Recuperado a partir de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf
- Austin, J. E. (1981). *Agroindustrial Project Analysis* (Segunda). Baltimore, Maryland 2: The Johns Hopkins University Press. Recuperado a partir de <http://www1.ju.edu.jo/ecourse/agricultural%20project%20analysis/agroindustrial%20project%20analysis.pdf>
- Austin, J. E. (1992). *Agroindustrial project analysis* (Segunda). Washington, D.C.). Recuperado a partir de https://scholar.google.es/scholar?q=Austin+1960+agroindustry&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5
- Ayala, J. (2014). *Crecimiento económico y empleo en Ibagué*. (Banco de la República). Cartagena. Recuperado a partir de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_210.pdf
- Ayram, C., Andrés, C., Mendoza, M. E., & López Granados, E. (2014). Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje (1975-2008) de la cuenca del lago Cuitzeo, Michoacán, México. *Revista de geografía Norte Grande*, (59), 7-23.

- Banco Mundial. (2008). *Informe sobre el desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo* (No. 9588307392) (p. 322). Bogotá D.C., Colombia: Banco Mundial, Washington. Recuperado a partir de <http://siteresources.worldbank.org/INTIDM2008INSPA/Resources/INFORME-SOBRE-EL-DESARROLLO-MUNDIAL-2008.pdf>
- Baver, L. D., Gardner, W. H., Gardner, W. R., & y Rodríguez, J. M. R. (1973). *Física de suelos*. Uteha.
- Benítez, J., & Friedrich, T. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. *Boletín de tierras y agua de la FAO*, (8), 234.
- Brinkman, R., & Young, A. (1976). *A framework for land evaluation*. Roma, Italia: FAO.
- Brown, P. A., & Gibson, D. F. (1972). A Quantified Model for Facility Site Selection-Application to a Multiplant Location Problem. *A I I E Transactions*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/05695557208974822>
- Cabrera, M. E., Vargas, D. M., & Galindo, G. (2011). *Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia, nivel nacional escala gruesa y fina* (p. 46). Bogotá D.C., Colombia.: Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM.
- Cárdenas, M., & Reina, M. (2008). La minería en Colombia: Impacto socioeconómico y fiscal, 107.
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio*. Ariel.
- Conrad, V., & Pollak, L. W. (1951). Methods in climatology. *American Journal of Physics*, 19(1), 65-65.
- Contexto Ganadero. (2013). Exportaciones podrían fortalecer sector cárnico de Colombia. [Informativa]. Recuperado 30 de octubre de 2016, a partir de <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/exportaciones-podrian-fortalecer-sector-carnico-de-colombia>
- CORTOLIMA. (2012). *PGAR_2013_2023_TOLIMA_DIC_2012.pdf* (p. 201). Ibagué-Tolima: CORTOLIMA. Recuperado a partir de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/boletines/marzo2013/PGAR_2013_2023_TOLIMA_DIC_2012.pdf
- DANE. (2010). COLOMBIA - Índice de Pobreza Multidimensional - IPM - 2010. Recuperado 29 de mayo de 2016, a partir de http://formularios.dane.gov.co/Anda_4_1/index.php/catalog/254/export
- Decreto 2372 (2010). Recuperado a partir de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf
- Decreto 3600 (2007). Recuperado a partir de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=26993>

- Delgado, M., Ulloa, C., & Ramírez, M. (2015). La economía del Departamento del Tolima; Diagnóstico y perspectivas de mediano plazo. FEDESARROLLO. Recuperado a partir de <http://www.andi.com.co/SecTH/Documents/ESTUDIO%20REGIONAL%20TOLIMA%20FINAL%20AGO%2014.pdf>
- DNP. (2011). Política nacional de seguridad y convivencia Ciudadana. Alta consejería presidencial para la convivencia y la seguridad ciudadana. Recuperado a partir de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Justicia%20Seguridad%20y%20Gobierno/PN%20SCC%20FINAL%20AGO%202011.pdf>
- DNP. (2014). Evaluación del desempeño integral de los municipios y distritos. Vigencia 2013. Informe nacional de resultados Leyes 152 de 1994, 617 de 200 y 715 de 2001. Recuperado a partir de <http://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/desarrollo%20territorial/docuemnto%20desempe%C3%B1o%20integral%202013.pdf>
- DNP, MinHacienda, MADR, DANE, & IGAC. (2016). Documento Conpes. 3825. Reajuste de avalúos catastrales para la vigencia 2016. Recuperado a partir de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3852.pdf>
- ESRI. (2014). Cómo funciona Kriging—Ayuda | ArcGIS for Desktop [Comercial]. Recuperado 29 de julio de 2016, a partir de https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-kriging-works.htm#ESRI_SECTION1_E112B7FAED26453D8DA4B9AEC3E4E9BF
- FAO. (1985). *Evaluación de tierras con fines forestales: Estudio FAO montes*. Roma, Italia: FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-a1080e.pdf>
- FAO. (1993). *Guidelines for land-use planning* (Vol. 1). Roma, Italia: Food & Agriculture Org.
- FAO. (1997). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma, Italia.
- FAO. (2007). *Land evaluation towards a revised framework*. Roma, Italia: Land and Water Discussion Paper 6, Rome. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-a1080e.pdf>
- FAO. (2016). Propiedades Químicas | FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Institucional]. Recuperado 1 de julio de 2016, a partir de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/>
- FNC. (2012). Separata técnica. Caficultura climáticamente inteligente. Recuperado a partir de http://www.federaciondefeferos.org/pergamino-fnc/index.php/comments/la_importancia_de_la_conservacion_de_los_suelos
- Fondo para el financiamiento del sector agropecuario -FINAGRO-. (2014). Perspectiva del sector agropecuario Colombiano. Recuperado a partir de https://www.finagro.com.co/sites/default/files/2014_09_09_perspectivas_agropecuarias.pdf

- Garay, L. J. (1998). Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996. *Biblioteca virtual del Banco de la República*.
- Gobernación del Tolima, & Departamento Administrativo de Planeación. (2013). *Plan de Desarrollo Unidos por la Grandeza del Tolima 2012-2015*. Ibagué-Tolima: Editorial Atlas Impresores LTDA. Recuperado a partir de www.tolima.gov.co/descargar.php?idFile=420
- González, J. F., Jiménez, J. L., Quesada, V., & Valero, F. (2001). Quality control and homogeneity of precipitation data in the southwest of Europe. *Journal of Climate*, 14(5), 964-978.
- Guijarro, J. A. G. (2004). CLIMATOL: software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos. En *El clima, entre el mar y la montaña: [aportaciones presentadas al IV Congreso de la Asociación Española de Climatología, Santander, 2-5 de noviembre de 2004]* (pp. 493-502). Universidad de Cantabria. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Guijarro/publication/267299871_CLIMATOL_SOFTWARE_LIBRE_PARA_LA_DEPURACION_Y_HOMOGENEIZACION_DE_DATOS_CLIMATOLGICOS/links/545de4140cf27487b44da030.pdf
- Humboldt, A. von, & Bonpland, A. (1956). *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente*.
- IDEAM. (2009). Mapa Nacional de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado a partir de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/zonificacion-del-riesgo-a-incendios>
- IDEAM. (2011). Mapa Nacional de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado a partir de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/mapa-ecosistemas-continentales-costeros-marinos>
- IDEAM. (2012). Metodología para la actualización del Mapa de Cobertura de la Tierra . Lineamiento metodológico. Documento de trabajo versión 3. Recuperado a partir de <https://www.google.com.co/#q=Metodolog%C3%ADa+para+la+actualizaci%C3%B3n+del+Mapa+de+Cobertura+de+la+Tierra>
- IDEAM, I., IAvH, I., & Sinchi, I. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado a partir de ECOSISTEMAS CONTINENTALES, COSTEROS Y MARINOS DE COLOMBIA
- IDEAM, IGAC, & CORMAGDALENA. (2008). Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C., 200p. + 164 hojas cartográficas.

- IDEAM, MADS, IGAC, IIAP, SINCHI, PNN, & WWF. (2012). Capa Nacional de Cobertura de la Tierra (periodo 2005-2009): Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000, V1.0".
- IGAC. (2004). *Estudio general de suelos zonificación de tierras. Departamento del Tolima [1:100.000]*. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado a partir de http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam
- IGAC. (2007). *Definición de usos alternativos y sostenibles para la ocupación de las tierras a nivel nacional. (Colombia)*. Bogotá, D. C., Colombia. Recuperado a partir de <http://www.libreriadelau.com/definicion-de-usos-alternativos-y-sostenibles-para-la-ocupacion-de-las-tierras-a-nivel-nacional-geologia.html>
- IGAC. (2014a). Comunicado de prensa. A través del catastro multipropósito el IGAC busca contribuir con la planeación y el ordenamiento territorial en el Tolima. Recuperado a partir de <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/b0b5f38045c518508009bf543564456d/Comunicado+actualizaci%C3%B3n+catastral+Tolima-.pdf?MOD=AJPERES>
- IGAC, U. (2014b). *IGAC revela «anti ranking» de los departamentos con los mayores conflictos de los suelos en Colombia* (p. 5). Bogotá D.C., Colombia. Recuperado a partir de <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/c8eb398044ab6ec2bbd1ff9d03208435/IGAC+revela.pdf?MOD=AJPERES>
- IGAC, U., & UNIANDES. (2012). Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Universidad de los Andes, Bogotá*, 530.
- INCODER. (2015). Inversiones en saneamiento, formalización y ordenamiento productivo de la tierras rurales a nivel nacional. Recuperado a partir de http://www.incoder.gov.co/documentos/A%C3%91O_2015/Gestion_Incoder/Programas%20y%20Proyectos/1.%20INVERSIONES%20EN%20SANEAMIENTO,%20FORMALIZACI%C3%93N%20Y%20ORDENAMIENTO%20PRODUCTIVO%20DE%20LAS%20TIERRAS%20RURALES%20A%20NIVEL%20NACIONAL.pdf
- Koczkodaj, W. W. (1993). A new definition of consistency of pairwise comparisons. *Mathematical and computer modelling*, 18(7), 79-84.
- Köppen, W. (1900). Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6(11. H), 593-611.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263.
- Lastra, J. F. R., & Macías, M. E. U. (2015). La agroindustria del Tolima: Un análisis sistémico y contingencial. *Revista Mundo Económico y Empresarial*, (11). Recuperado a partir de https://www.google.com/search?q=La+agroindustria+del+Tolima:Un+an%C3%A1lisis+sist%C3%A9mico+y+contingencia&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=OiEWWKyoMYWw8wfH_4CABg

- León, J. (1996). *Evaluación de tierras, conceptos, mecanismos y casos* (p. 45). Bogotá D.C., Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Ley N°388 (1997). Recuperado a partir de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&act=8&ved=0ahUKEwjg_9WNrtnKAhXLGB4KHV5YBJ0QFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.ccb.org.co%2Fcontent%2Fdownload%2F4824%2F61180%2Ffile%2Fley%2520388%2520de1997.pdf&usg=AFQjCNEV42w5Brmq2PbEC6OXDE0Vvkonhw&sig2=I1kbQ0EuYmgYKNFF19SG3A
- Lozano, I., & Restrepo, J. C. (2015). *El Papel de la Infraestructura Rural en el Desarrollo Agrícola en Colombia* (Borradores de Economía No. 904) (p. 40). Estudios económicos del Banco de la República. Recuperado a partir de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/be_904.pdf
- Maass, M. (2003). Principios generales sobre manejo de ecosistemas. Sánchez, O., E. vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis. *Conservación de ecosistemas templados de montaña de México. SEMARNAT/US Fish and Wildlife Service, UNAM, CONABIO, México*, 36.
- Machado, A. (2004). An index of naturalness. *Journal for nature conservation*, 12(2), 95-110.
- Macías, F. J. L., & Castrillón, P. (s. f.). Evolución y desarrollo de la agroindustria (AI) en Colombia. *ASUNTOS*, 9.
- Márquez, G. M. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia., 15.
- Martínez, L., Rubiano, Restrepo, H., García, S., Buitrago, J., Vanegas, D., ... Bautista, J. (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Caso sur departamento del Tolima*. Bogotá., D.C.: UPR. Recuperado a partir de <http://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Anexo+Tolima.pdf/f5ce1ad5-dbce-48a6-815f-40a4496721d6>
- Medina, M., Guarín, J., & Roa, C. (2011). La disponibilidad de nutrientes para las plantas, consecuencia de interacción, química, biológica y bioquímica. *Cultura Científica*, 5(5), 21-28.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural, F., & Asohofrucol, G. del T. (2006). *Desarrollo de la fruticultura en Tolima*. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado a partir de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_116_FRUTALES%20TOLIMA.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-, & Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales-IDEAM-. (2013). *Política nacional para la gestión integral ambiental del suelo* (Convenio de Asociación Número 160 de 2011 suscrito entre el MADS y el IDEAM) (p. 138). Bogotá D.C., Colombia: MADS-IDEAM. Recuperado a partir de https://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/Politica-de-gestion-integral-del-suelo.pdf

- Morales, M., Páramo, G. E., Lara, P., del Campo, Á., González, F., Armenteras, D., ... Bernal, F. H. (2011). *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia* (UAO, Vol. 1). Valle del Cauca-Colombia.
- Moses, L. E. (2007). Wilcoxon-Mann-Whitney Test: Definition and Example. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*.
- Olaeta, J. (2003). Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras (Vol. 19, pp. 749-754). Presentado en Consejería de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del Aguacate, Granada_Malaga. Recuperado a partir de http://www.avocadosource.com/WAC5/papers/wac5_p749.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, & la. (2001). *Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural*. Roma, Italia: Food & Agriculture Org. Recuperado a partir de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw5s.pdf>
- Organización Meteorológica Mundial,. (2011). *Guía de prácticas climatológicas WMO* (Vol. 100). Ginebra-Suiza: WMO. Recuperado a partir de www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2014). *Perspectivas Agrícolas 2014-2023*. México: OCDE - FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i3818s.pdf>
- Pabón, J. D., Eslava, J. A., & Gómez, R. E. (2001). Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. *Meteorología Colombiana*, 4, 47-59.
- Pardos, J. A. (2004). Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, 13(1), 101-107.
- Parque Nacionales Naturales de Colombia .PNN-. (2014). Condición de las unidades eco biogeográficas continentales y sistema nacional de áreas protegidas en Colombia. (Base de datos geográfica a escala 1:100.000). Recuperado a partir de <http://sinap.parquesnacionales.gov.co/wp-content/uploads/2014/07/MEMORIA-TECNICA-CONDICI%C3%93N-DE-LAS-UNIDADES-ECOBIOGEOGRAFICAS-CONTINENTALES-Y-SISTEMA-NACIONAL-DE-AREAS-PROTEGIDAS-EN-COLOMBIA-BASE-DE-DATOSGEOGRAFICA-A-ESCALA-1100.000.pdf>
- Patricio, R., & Astorga, P. (s. f.). La naturalidad como nuevo elemento de análisis para el ordenamiento del territorio. Recuperado a partir de http://www.chile21.cl/wp-content/uploads/2014/05/coleccion_ideas_155_junio_2014.pdf
- Paulhus, J. L., & Kohler, M. A. (1952). Interpolation of missing precipitation records. *Mon. Wea. Rev.*, 80(5), 129-133.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions Discussions*, 4(2), 439-473.

- Pereira, L. S., de Juan, J. A., Picornell, M. R., & Tarjuelo, J. M. (2010). El riego y sus tecnologías. *Albacete: CREA-UCLM*. 296p. Recuperado a partir de http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/riego/El_Riego_y_sus_Tecnologias.pdf
- Perfetti, J. J., Hernández, A., Leibovich, J., & Balcázar, Á. (2013). Políticas para el Desarrollo de la Agricultura en Colombia.
- Procolombia. (2015). Guía de oportunidades comerciales para el sector cítrico. Recuperado a partir de <http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2016/competitividad/Gu%C3%ADa%20de%20oportunidades%20comerciales%20para%20el%20sector%20c%C3%ADtrico.pdf>
- Procolombia. (2016). Sectores de inversión en Colombia [Institucional]. Recuperado 30 de octubre de 2016, a partir de <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores.html>
- Proexport Colombia. (2012). *Tolima aprovecha los TLC*. Recuperado a partir de http://www.procolombia.co/sites/default/files/proexpo_tolima.pdf
- Proexport Colombia. (2013). El periódico de las oportunidades. Colombia, más cerca de los negocios. Recuperado a partir de http://www.procolombia.co/sites/default/files/periodico_de_oportunidades_2013.pdf
- Rivera, D., & Rodríguez, C. (2011). *Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia*. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.). Bogotá, D. C., Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado a partir de http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/Guia_delimitacion_p_aramos.pdf
- Rossiter, D. (1999). Notas de conferencia: Bases de datos geográficos de suelos y el uso de programas para su construcción -SIG y Base de datos geográfica-edafológica. International Institute for Aerospace Survey & Earth Sciences -ITC-. Recuperado a partir de http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/teach/sis/SoilGeographicDataBases_E.pdf
- Rossiter, D. G. (1998). *Evaluación de Tierras* (p. 49). Cochabamba - Bolivia: Universidad Cornell Facultad de Agricultura & las Ciencias de la Vida Departamento de las Ciencias del Suelo, de los Cultivos, y de Atmósfera. Recuperado a partir de <http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/pubs/TheoryLE.pdf>
- Rueda, A. (2011). Análisis de la dinámica esperada de algunas cadenas agroindustriales bajo las potencialidades de los mercados de biocombustibles y del TLC con Estados Unidos y de su posible impacto sobre el desarrollo territorial de unas zonas específicas. IGAC. Recuperado a partir de <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/8327d3004d4ee9c896229773ebaeba48/ALEJANDRA+RUEDA.pdf?MOD=AJPERES>

- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
- Schaufelberger, P. (1962). *Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia, 1: Genética y clasificación de los suelos tropicales*. Federación Nacional de Cafeteros, Chinchiná (Colombia).
- Shaxson, F., & Barber, R. (2008). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal: el significado de la porosidad del suelo* (Vol. 79). Roma, Italia: Food & Agriculture Org. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s00.htm#Contents>
- Sinchi. (2016). Especies Endémicas (Anfibios, aves y mamíferos). Recuperado 25 de mayo de 2016, a partir de <http://www.sinchi.org.co/index.php/directorio-inst/409-zonificacion-guainia-vaupes-y-amazonas-2012/variables-submodelo-biotico/2089-endemicas>
- Siraj, S. (2011). Preference elicitation from pairwise comparisons in multi-criteria decision-making. *School of Computer Science, University of Manchester, UK*, 163.
- Snyder, C., & Slaton, N. (2003). Efectos de la Inundación y secado del suelo en las reacciones del fósforo. *Informaciones Agronómicas*, 51, 5-7.
- Sociedad de Agricultores de Colombia-SAC-. (2012). Mesa de conversaciones para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera en Colombia LA AGRICULTURA COLOMBIANA PRÓSPERA, EL CAMINO PARA LA PAZ FORO: «POLITICA DE DESARROLLO AGRARIO INTEGRAL» EN EL MARCO DEL PROCESO PARA UN ACUERDO DE PAZ. SAC. Recuperado a partir de http://www.sac.org.co/images/estueconomicos/Doc_SAC_Foro_Desarrollo_Agrario_final_Dic_2012.pdf
- Sombroek, W., & Sims, D. (1995). *Planning for sustainable use of land resources: towards a new approach. Background paper to FAO's Task Managership for Chapter 10 of Agenda 21 of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)*. Roma. Italia: FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/v8047e/v8047e00.htm>
- Trenberth, K. E., & Paolino, D. A. (1980). The Northern Hemisphere sea-level pressure data set: Trends, errors and discontinuities. *Monthly Weather Review*, 108(7), 855-872.
- Tuesca, R. (2012). La calidad de vida, su importancia y cómo medirla. *Revista Científica Salud Uninorte*, 21, 76-86.
- UNESCO. (1982). *Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur*. Montevideo_Uruguat. Recuperado a partir de http://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_999_S_1982.pdf
- UPRA. (2014). Integridad ecológica. Raster, Bogotá D.C., Colombia.

- UPRA. (2015). *la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado a partir de <http://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Zonificaci%C3%B3n+para+Plantaciones+Forestales/985d4bad-a72a-40b4-9dad-639656b295b3>
- Valencia, A. L. M., Restrepo, L. J. T., & Soto, S. I. U. (2008). Conectividad estructural del paisaje cafetero en la cuenca alta del río San Juan, suroeste antioqueño, Colombia. *Revista Boletín Ciencias de la Tierra*, (23), 43-55.
- Varela, M., Díaz, L., & García, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Investigación en educación médica*, 1(2), 90-95.