

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
“EZEQUIEL ZAMORA”**

**Vicerrectorado de Infraestructura
y Procesos Industriales
Área de Estudios de Postgrado
Doctorado en Ambiente y Desarrollo**



**MODELO DE SUSTENTABILIDAD PARA BOSQUES
PLANTADOS DE EUCALIPTO EN LOS LLANOS CENTRALES
DEL ESTADO COJEDES
Caso: DEFORSA**

**Requisito parcial para optar al grado de
*Doctora en Ambiente y Desarrollo***

AUTORA: Carmen Angélica Morante Ascanio
C.I. N° V-8670988
TUTOR: Dr. Jesús R. Aranguren C.

Este trabajo se realizó en el marco de la línea de investigación “Desarrollo Sustentable” del Doctorado en Ambiente y Desarrollo de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ) y “Educación para la promoción de medios y estilos de vida sustentable” del Centro de Investigaciones en Ciencias Naturales Manuel Ángel González Sponga (CICNAT) del Laboratorio de Ecología Humana y Social del Instituto Pedagógico de Caracas (LEHS-IPC).

SAN CARLOS, MARZO DE 2017.



APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, *Dr. Jesús R. Aranguren C.*, Cédula de Identidad N° V- 3819547, en mi carácter de tutor de la Tesis Doctoral, titulada **"MODELO DE SUSTENTABILIDAD PARA BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO EN LOS LLANOS CENTRALES DEL ESTADO COJEDES. Caso: DEFORSA"**, presentado por la ciudadana CARMEN ANGÉLICA MORANTE ASCANIO, para optar al título de *Doctora en Ambiente y Desarrollo*, por medio de la presente certifico que he leído la Tesis Doctoral y considero que reúne las condiciones necesarias para ser defendido y evaluado por el jurado examinador que se designe. En la ciudad de San Carlos, veinte y nueve días del mes de noviembre del año 2016.

Nombre y Apellido: JESÚS R. ARANGUREN C.

Firma de Aprobación del tutor: 

Fecha de entrega: 29 - 11 - 2016.



UNIVERSIDAD NACIONAL
EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
"EZEQUIEL ZAMORA"



Coordinación Área de Postgrado

**ACTA DE PRESENTACIÓN / DEFENSA TRABAJO ESPECIAL DE GRADO,
TRABAJO DE GRADO, TESIS DOCTORAL**

Nosotros, miembros del jurado de:

Trabajo Especial de Grado		Trabajo de Grado	X	Tesis Doctoral
---------------------------	--	------------------	---	----------------

Titulado(a):

**MODELO DE SUSTENTABILIDAD PARA BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO
EN LOS LLANOS CENTRALES DEL ESTADO COJEDES: CASO DEFORSA**

Elaborado por el (la) participante:

Nombres y Apellidos	Cédula de Identidad	Resolución N°
MSc. Carmen Angélica Morante Ascanio.	V- 8.670.988	CT No. 2017/5900

Como requisito parcial para optar al grado académico de: Doctor (a) en Ambiente y Desarrollo, el cual es ofrecido en el programa de: Programa de Doctorado en Ambiente y Desarrollo, de la Coordinación de Postgrado del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de la UNELLEZ – San Carlos, hacemos constar que hoy, 16 de marzo de 2017 a las 10:00 am, se realizó la defensa del mismo, acordando:

- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS.
- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS, OTORGANDO MENCIÓN PUBLICACIÓN.
- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS, OTORGANDO MENCIÓN HONORÍFICA.
- APROBAR LA PRESENTACIÓN / DEFENSA DEL TRABAJO / TESIS, OTORGANDO MENCIÓN PUBLICACIÓN Y HONORÍFICA.

Dando fe de ello levantamos la presente acta, la cual finalizó a las: 11:07 a.m.

Dr. Juan Fernández Molina

C.I. 2.476.306

Jurado Principal y Coordinador (UNELLEZ)

Dr. Gerardo Molina Mora

C.I. 8.767.895

Jurado Principal (UNELLEZ)

Dr. Franklin Javier Paredes

C.I. 12.200.786

Jurado Principal (UNELLEZ)

Dr. Cesar Merchán Bastidas

C.I. 8.034.973

Jurado Principal (UTAEB)

Dra. Carelia Hidalgo

C.I. 15.138.028

Jurado Principal (UCLA)

"La ciencia y la tecnología al servicio de la liberación permanente de la humanización del hombre"

DIRECCION: Urb. Cantaclaro final avenida Principal, San Carlos Edo. Cojedes . Teléfono: (0258) 4331718.

Correo electrónico: postgradounellez@gmail.com

DEDICATORIA

A
Plinio Jesús y
Ángel Rafael

AGRADECIMIENTOS

A Instituciones

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (UNELLEZ-VIPI)

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” Vicerrectorado de Producción Agrícola (UNELLEZ-VPA)

Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL - IPC) - Caracas

Universidad Nacional Experimental “Simón Rodríguez” (UNESR) - Miranda

A la Finca

Desarrollos Forestales San Carlos II. **DEFORSA II** – Cojedes. Venezuela.
Por el apoyo institucional y logístico en el desarrollo del trabajo de investigación

A Centros y Grupos de Investigaciones Científicas

Laboratorio de Ecología Humana y Social (LEHS), del Centro de Investigaciones en Ciencias Naturales Manuel Ángel González Sponga (CICNAT) – UPEL – IPC

Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT) adscrito al Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (IDECYT)

Fundación Científica *Ara macao*

Grupo de Estudios Ecológicos “El Drago”

Grupo de Creación Intelectual de Desarrollo Sustentable

A Investigadores, Profesores y Expertos en el área

Dr. Jesús Aranguren. Tutor Académico de la Tesis Doctoral (UPEL-IPC).

Universidad Técnica del Norte de Ecuador (Actualmente).

Geo. Iraida Vivas (UNELLEZ y Grupo de Creación Intelectual de Desarrollo Sustentable)

Ing. Joao Leite de Souza. Vicepresidente de Operaciones Forestales (DEFORSA)

Ing. Wilson Campos. Gerente de Operaciones Forestales (DEFORSA)

Dr. Júpiter Muro. Gerente de Investigación (DEFORSA)

Ing. José Yhovani Bastidas. Superintendente de Investigación (DEFORSA)

MV. José Guillermo Torres. Superintendente de Agropecuaria (DEFORSA)
 TSU. Andrés Funes. Superintendente de Operaciones Forestales (DEFORSA)
 Ing. Jesús Funes. Ingeniero de Investigación (DEFORSA)
 Ing. Carmen Montoya. Supervisor de Mejoramiento Genético (DEFORSA)
 Ing. Gerardo Hernández. Coordinador de Gestión Ambiental y Biodiversidad
 (DEFORSA)
 Abg. Carlos Silva. Coordinador de Seguridad y Salud (DEFORSA)
 Lic. Jesús Gonzáles (DEFORSA)
 Dra. Ysbelia Sánchez (IPC – CICNAT)
 Juan Carlos Fernández-Ordóñez (Fundación Científica *Ara macao* y Grupo de
 Estudios Ecológicos “El Drago”)
 Angélica León (Fundación Científica *Ara macao*)
 Prof. Carlos Lugo (UPEL-IPC)
 Ing. Plinio Bello (UNESR y Grupo de Estudios Ecológicos “El Drago”)
 Dra. Nahir Carballo (UNELLEZ-VIPI y Grupo de Creación Intelectual de
 Desarrollo Sustentable)
 Prof. Aliffer Mora (IDECYT)
 Prof. Julio Blones (IDECYT)
 Dr. Douglas Moreno (UNELLEZ)

A Evaluadores independientes

Dr. Tonny García (UCLA)
 Dra. Carelia Hidalgo (UCLA)
 Dr. Rafael Rodríguez (UCLA)
 Dr. Edgar Jaimes (ULA)
 Dr. Franklin Paredes (UNELLEZ)
 Dr. Miguel Torrealba (UNELLEZ)
 Dr. Juan Fernández (UNELLEZ)
 Dra. Rosa Mary Hernández (IDECIT)
 Dr. José Alí Moncada (UPEL-IPC)
 Dra. Ysbelia Sánchez (UPEL-IPC)
 Dr. César Merchán (UPTAEB)

Especial agradecimiento a mis compañeros de cohorte

*Ernesto Hernández Gil
Iraida Rafaela Vivas
Ivis Josefina Quiroz Ruíz
Jorge Luis Millano Tudare
Mariela Raymundo
Miguel García Jordán
Mirna Ladaeta
Nahir Carballo
Olga Ochoa
Ricardo Garcia
Rosario Demostenes
Ruben Ruiz
Yarith Navarro
Danny Orasma
Doralba Barreto
Duglas Granadillo
Edwing Vivas
Liseth Franco
Marlene Brizuela
Marlenis Aguilar
Nelson Colmenares*

Todas las fotografías fueron tomadas en la finca por la autora con el aval institucional de DEFORSA. Las fotografías 16, 32, 34, 56, 58, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94 y 95 fueron cedidas para este trabajo por la finca (Cortesía DEFORSA).

*Esta Tesis Doctoral se imprimió en el Departamento de Investigación y Vivero de la finca
Desarrollos Forestales San Carlos, C. A. en el estado Cojedes. Venezuela.*

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	viii
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
ESTACIÓN I. ACERCAMIENTO A LA REALIDAD	4
1.1 Una aproximación al caso de estudio.....	4
1.2 Justificación de la investigación	17
1.3 Alcances y limitaciones de la investigación	19
1.4 Objetivos de la investigación	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
1.5 Aspectos éticos del proceso investigativo.....	20
ESTACIÓN II. BASES CONCEPTUALES Y TEÓRICAS	22
2.1 El cultivo de eucalipto	22
2.2 El eucalipto en DEFORSA	23
2.2.1 Historia del eucalipto en DEFORSA	23
2.2.2 ¿Qué es DEFORSA? Su misión y visión	24
2.2.3 Áreas de acción en DEFORSA	26
2.2.4 Manejo general del bosque plantado de eucalipto en DEFORSA	27
2.2.5 Manejo de la ganadería	31
2.3 Antecedentes de la investigación	32
2.3.1 Tendencias del sector forestal	32
2.3.2 Postura de autores.....	34
2.4 Los bosques plantados: un manejo forestal sustentable.....	38
2.5 Bases epistemológicas y ontológicas	41

2.6 Marco legal	45
2.7 Aproximación a los aportes de la Tesis Doctoral	46
ESTACIÓN III. EL CAMINO TRANSITADO: LOS MÉTODOS	49
3.1 Unidad de estudio: espacio y temporalidad	49
3.2 Descripción físico natural	50
3.3 Método de investigación	53
3.4 Fases de la investigación.....	57
ESTACIÓN IV. CARACTERIZANDO LAS UNIDADES DE MANEJO DE BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO Y RESERVAS NATURALES	60
4.1 Introducción a la caracterización	60
4.2 Procedimiento metodológico de la caracterización	61
4.3 Generación de mapas y análisis de datos e información.....	62
4.3.1 Relieve.....	62
4.3.2 Pendiente	64
4.3.3 Mapas de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento	65
4.4 Discusión de resultados en la caracterización de las unidades	69
4.5 Procedimiento metodológico para determinar la riqueza de la fauna silvestre....	72
4.6 Análisis y discusión de la riqueza de la fauna silvestre	73
ESTACIÓN V. EVALUANDO LA SUSTENTABILIDAD DE LOS BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO	94
5.1 Introducción a la evaluación de la sustentabilidad.....	94
5.2 Aproximación metodológica para la evaluación de la sustentabilidad	95
5.3 Análisis y discusión de resultados	97
5.3.1 Construcción y validación de indicadores.....	97
5.3.2 Evaluación de la sustentabilidad	122
5.4 Discusión de resultados.....	152
ESTACIÓN VI. EL MODELO DE SUSTENTABILIDAD DE BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO	155
6.1 Bases epistemológicas y ontológicas del diseño del modelo.....	155
6.2 Procedimiento metodológico para el diseño del modelo	157

6.3	Análisis de diagrama de los subsistemas	181
6.4	Análisis del modelo de sustentabilidad.....	189
6.5	Discusión y aportes	199
	ESTACIÓN VII. VALIDANDO EL MODELO DE SUSTENTABILIDAD.....	207
7.1	Introducción a la validación de modelo	207
7.2	El proceso de validación	207
7.3	Proceso de reconstrucción del modelo.....	208
7.4	Validación del modelo	209
7.5	Resultados y discusión de la validación del modelo.....	211
	ESTACIÓN VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	213
8.1	A modo de conclusión	213
8.2	Conclusiones del estudio.....	215
8.3	Aportes de la Tesis Doctoral.....	217
8.4	Recomendaciones	220
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	221
	ANEXOS	230
	ANEXOS - MAPAS	231
	MAPA 1. Relieve.....	232
	MAPA 2. Pendiente	233
	MAPA 3. Agricultura.....	234
	MAPA 4. Pastizal.....	235
	MAPA 5. Silvopastoril con acacia, merey y teca	236
	MAPA 6. Silvopastoril con eucalipto a baja densidad.....	237
	MAPA 7. Silvopastoril con eucalipto a alta densidad	238
	MAPA 8. Agrosilvopastoril	239
	MAPA 9. Cuerpos de agua o zona de inundación	240
	MAPA 11. Bosque medio denso.....	242
	MAPA 12. Bosque medio medio denso.....	243
	MAPA 13. Bosque bajo medio denso.....	244

MAPA 14. Bosque bajo ralo	245
MAPA 15. Área de Reserva del medio Silvestre	246
MAPA 16. Carreteras y caminos	247
MAPA 17. Otros usos	248
MAPA 18. Unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado	249
MAPA 19. Distribución de potreros	250
MAPA 20. Capacidad de uso del suelo.....	251
MAPA 21. Tipos de suelos y su caracterización (Ker y Costa, 2013).....	252
REGISTRO FOTOGRÁFICO	253
A Presentación general.....	254
B Unidades de uso, manejo y aprovechamiento	256
C Vivero e investigación forestal.....	262
D Preparación del suelo	263
E Plantación (Transplante).....	264
F Mantenimiento	265
G Prevención y control de incendios	266
H Cosecha forestal	267
I Instalaciones ganadera	268
J Apicultura.....	269
K Hábitats	270
L Fauna silvestre	271
M Curiosidades	272
N Señalización	277
Ñ Responsabilidad social	278
O Producto final obtenido (madera o materia prima)	279
P Producto final obtenido (procesado en PAVECA).....	280
Q Las evidencias	281

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Superficie del bosque en Venezuela para el año 2015.	7
Tabla 2. Beneficios y desventajas de las opciones de obtención de madera para pulpa y otros usos.	18
Tabla 3. Método mixto y su aplicación en el estudio.	59
Tabla 4. Cotas del área de estudio.	63
Tabla 5. Pendiente del área de estudio.	64
Tabla 6. Unidades de uso, manejo y aprovechamiento identificadas.	65
Tabla 7. Especies de aves.	74
Tabla 8. Especies de mamíferos.	84
Tabla 9. Especies de reptiles.	87
Tabla 10. Especies de anfibios.	89
Tabla 11. Riqueza de familias y especies por clase / Porcentaje.	91
Tabla 12. Riqueza de especies por clase según el hábitat.	92
Tabla 13. Atributos y criterios de diagnóstico general.	101
Tabla 14. Puntos críticos (fortalezas y debilidades) e indicadores como instrumento base.	104
Tabla 15. Categorías de análisis y su visión perceptiva y/u objetiva de la Dimensión Ecológica.	106
Tabla 16. Categorías de análisis y su visión perceptiva y/u objetiva de la Dimensión Económica.	110
Tabla 17. Categorías de análisis y su visión perceptiva y/u objetiva de la Dimensión Social.	111
Tabla 18. Valoración del Nivel de Importancia de los sub-indicadores (Dimensión Ecológica).	116
Tabla 19. Valoración del Nivel de Importancia de los sub-indicadores (Dimensión Económica).	118
Tabla 20. Valoración del Nivel de Importancia de los sub-indicadores (Dimensión Social).	119
Tabla 21. Evaluación de la categoría Suelo (Dimensión Ecológica).	123
Tabla 22. Evaluación de la categoría Agua (Dimensión Ecológica).	126
Tabla 23. Evaluación de la categoría Diversidad biológica (Dimensión Ecológica).	127
Tabla 24. Evaluación de la categoría Bosque plantado (Dimensión Ecológica).	129
Tabla 25. Evaluación de la categoría Producción y productividad (Dimensión económica).	130
Tabla 26. Evaluación de la categoría Insumos (Dimensión Económica).	131
Tabla 27. Evaluación de la categoría Inversión (Dimensión Económica).	132
Tabla 28. Evaluación de la categoría Educación y Participación (Dimensión Social).	133
Tabla 29. Evaluación de la categoría Salud y seguridad (Dimensión Social).	134
Tabla 30. Evaluación de la categoría Leyes y reglamentos (Dimensión Social).	135
Tabla 31. Evaluación de la categoría Empleo (Dimensión Social).	136
Tabla 32. Evaluación de la categoría Impacto social de los productos (Dimensión Social).	136
Tabla 33. Evaluación de la categoría Responsabilidad social empresarial (Dimensión Social).	137
Tabla 34. Evaluación de la sustentabilidad. Año: 2000.	141
Tabla 35. Evaluación de la sustentabilidad. Año: 2014.	142
Tabla 36. Símbolos utilizados para la formulación del modelo.	158
Tabla 37. Validación del modelo por el Grupo A.	211
Tabla 38. Validación del modelo por el Grupo B.	211

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Superficie de la cobertura de bosque a nivel mundial.....	5
Figura 2. Mapa de vegetación en Venezuela para el año 1988.	6
Figura 3. Mapa de vegetación en Venezuela para el año 2010.	6
Figura 4. Reservas forestales representadas en el mapa de Venezuela.	8
Figura 5. Superficie de la cobertura de bosque a nivel nacional (Venezuela).	10
Figura 6. Superficie de la cobertura boscosa del estado Cojedes.	11
Figura 7. Disposición espacial de la cobertura boscosa en el estado Cojedes para el año 2008.....	12
Figura 8. Superficie de bosques plantados a nivel mundial.	13
Figura 9. Superficie de bosques plantados y naturales a nivel mundial.	14
Figura 10. Superficie de bosques plantados y naturales a nivel nacional (Venezuela).	14
Figura 11. Superficie de bosques plantados en Venezuela.	15
Figura 12. Dinámica espiral de la temática abordada en la Tesis Doctoral.	43
Figura 13. Unidad de estudio y su representación nacional, estatal y municipal.	49
Figura 14. Distribución de las estaciones pluviométricas en la finca.	51
Figura 15. Precipitación promedio anual. Período 1997 -2016.	52
Figura 16. Precipitación promediada mensualmente. Período 1997 - 2016.	52
Figura 17. Relaciones rizomáticas del equipo de trabajo.	54
Figura 18. Enfoque integral espectral.....	56
Figura 19. Cotas del área de estudio expresadas en porcentaje.	63
Figura 20. Pendiente del área de estudio expresada en porcentaje.	64
Figura 21. Agrupación de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento de la finca.....	70
Figura 22. Primera aproximación representada en esquema simplificado del Enfoque de Sistema, sobre la aplicación de alternativas de producción ya experimentadas y probadas en la finca DEFORSA.	71
Figura 23. Riqueza de familias y especies por clase.	91
Figura 24. Riqueza de especies por clase según el hábitat.	92
Figura 25. Riqueza de especies por hábitat.	93
Figura 26. Atributos de las dimensiones de la sustentabilidad.	100
Figura 27. Puntos críticos de los atributos Resiliencia, Estabilidad y Adaptabilidad de la dimensión ecológica.	101
Figura 28. Puntos críticos del atributo Productividad de la dimensión económica.	102
Figura 29. Puntos críticos del atributo Confiabilidad de la dimensión económica.	102
Figura 30. Puntos críticos del atributo Autogestión de la dimensión económica.	103
Figura 31. Puntos críticos del atributo Equidad de la dimensión social.	103
Figura 32. Evaluación de los indicadores de sustentabilidad en la dimensión ecológica. Año: 2000 y 2014.....	143
Figura 33. Evaluación de los sub-indicadores de la sustentabilidad en la dimensión ecológica. Año: 2000 y 2014.....	143
Figura 34. Evaluación de los Sub-indicadores de sustentabilidad en la dimensión económica. Año: 2000 y 2014.....	145
Figura 35. Evaluación de los indicadores de la sustentabilidad en la dimensión económica. Año: 2000 y 2014.....	145
Figura 36. Evaluación de los indicadores de sustentabilidad en la dimensión social. Año: 2000 y 2014.	147

Figura 37. Evaluación de los sub-indicadores de sustentabilidad en la dimensión social. Año: 2000 y 2014.....	147
Figura 38. Evaluación de los indicadores de sustentabilidad en todas las dimensiones. Año: 2000 y 2014.....	149
Figura 39. Valores de las dimensiones de la sustentabilidad. Año: 2000 y 2014.....	150
Figura 40. Valor de la sustentabilidad para el año 2000 y 2014.....	151
Figura 41. Identificación de las entradas y salidas. Límites.....	162
Figura 42. Identificación de los subsistemas y subsistemas.....	163
Figura 43. Identificación de todos los componentes del sistema.....	164
Figura 44. Flujo de energía del subsistema silvopastoril.....	165
Figura 45. Ciclo de materiales del subsistema silvopastoril.....	166
Figura 46. Flujo de energía y ciclo de materiales del subsistema silvopastoril.....	167
Figura 47. Flujo de energía del subsistema agrícola.....	168
Figura 48. Ciclo de materiales del subsistema agrícola.....	169
Figura 49. Flujo de energía y ciclo de materiales del subsistema agrícola.....	170
Figura 50. Flujo de energía del subsistema área de reserva del medio silvestre.....	171
Figura 51. Ciclo de materiales del subsistema área de reserva del medio silvestre.....	172
Figura 52. Flujo de energía y ciclo de materiales del subsistema área de reserva del medio silvestre.....	173
Figura 53. Proceso simplificado del subsistema social.....	174
Figura 54. Flujo de energía del sistema o modelo de sustentabilidad.....	176
Figura 55. Ciclo de materiales del sistema o modelo de sustentabilidad.....	178
Figura 56. Modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto DEFORSA (con leyenda).....	180
Figura 57. Red alimentaria en la finca DEFORSA con ejemplos reales, sólo en animales.....	201
Figura 58. Esquema rizomático del aspecto social y su incidencia en lo económico y ecológico.....	206

**MODELO DE SUSTENTABILIDAD PARA BOSQUES PLANTADOS DE
EUCALIPTO EN LOS LLANOS CENTRALES DEL ESTADO COJEDES
Caso: DEFORSA**

Autora: MSc. Carmen Morante

Tutor: Dr. Jesús Aranguren

Año: 2017.

RESUMEN

La sustentabilidad de los bosques plantados ha sido fuertemente cuestionada, por lo que es contraria a los principios de dicho paradigma. Basada en esta aseercción se construyó un modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto en los llanos centrales del estado Cojedes fundamentado en la experiencia de la finca DEFORSA, para evaluar los sistemas múltiples e integrados, desde la perspectiva sistémica y holística permitiendo edificar las bases teóricas y metodológicas que sustentan el modelo. Las bases epistemológicas y ontológicas de la investigación se fundamentan en el paradigma de la sustentabilidad desde la concepción del uso, manejo y aprovechamiento del agroecosistema como referente; considera la conservación de la biodiversidad y el enfoque de la complejidad ambiental. El diseño utilizado fue transformativo secuencial y el método mixto, donde se otorgó mayor ponderación al enfoque cuantitativo. Las fases de la investigación fueron: caracterización de las unidades, evaluación de la sustentabilidad a partir de un sistema de indicadores, diseño del modelo con base a la experiencia de la finca y validación a nivel de expertos. Los resultados se discriminaron en la caracterización de 16 unidades de estudio, el valor de la sustentabilidad fue de 4,10/5,00; lo que implica que la Finca se encuentra en “En vías hacia la sustentabilidad”. Se generó un modelo consensuado integrando todas las dimensiones de la sustentabilidad y finalmente se validó. Se concluye en el reconocimiento de la complejidad del sistema de manejo forestal en la finca desde una perspectiva global donde el campo del bosque plantado de eucalipto no es el límite, es el conjunto total de todos los componentes integrados conformando todo un sistema desde la visión holística.

Palabras clave: *eucalipto, DEFORSA, indicadores, sustentabilidad, modelo.*

ABSTRACT

***SUSTAINABILITY MODEL FOR EUCALYPTUS PLANTED FORESTS IN THE
CENTRAL PLAINS OF THE COJEDES STATE
Case: DEFORSA***

The sustainability of planted forests has been strongly questioned and therefore contrary to the principles of this paradigm. Based on this assertion, a sustainability model was constructed in planted eucalypt forests in the central plains of Cojedes state, based on the experience of the DEFORSA farm, to evaluate multiple and integrated systems from a systemic and holistic perspective, allowing to build the theoretical bases and methodological models that support the model. The epistemological and ontological bases of the research are based on the paradigm of sustainability from the conception of the use, management and use of the agroecosystem as a reference; considers the conservation of biodiversity and the focus on environmental complexity. . The design used was sequential transformative and the mixed method, where we gave greater weight to the quantitative approach. The phases of the research were: characterization of the units, evaluation of sustainability from a system of indicators, design of the model based on the experience of the farm and validation at the expert level. The results were discriminated in the characterization of 16 study units, the value of sustainability was 4.10 / 5.00; Which implies that the Farm is in "Towards sustainability". A consensual model was generated integrating all the dimensions of the sustainability and finally it was validated. It concludes in the recognition of the complexity of the forest management system in the farm from a global perspective where the field of eucalyptus planted forest is not the limit, it is the total set of all the integrated components conforming a whole system from the holistic vision.

Key words: *eucalyptus, DEFORSA, indicators, sustainability, model.*

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva ambiental; los bosques constituyen el principal sumidero de carbono y forman parte de las acciones para mitigar el cambio climático. También protegen los suelos de la erosión, mantiene las reservas hídricas y proveen bienes y beneficios ambientales a la humanidad. Estos son fuentes de materia prima como madera para la construcción, carbón, pulpa, entre otros.

Hoy día, los bosques naturales han sido muy intervenidos y en muchos casos deteriorados y degradados por diversas acciones antrópicas; explotación del bosque con fines comerciales sin un plan de manejo, expansión de las fronteras agrícolas para la producción de alimentos, por incendios forestales o invasiones, entre otras causas.

En el estado Cojedes, no ha dado buenos resultados el intenso aprovechamiento del bosque natural y en especial, los ubicados en las Áreas de Régimen de Administración Especial tanto al norte como al sur del estado.

Pero cualquiera sea la causa, ya las pérdidas son irreversibles. Por esta razón, el auge del desarrollo forestal ha tenido lugar en todo el mundo y se presume, que los bosques plantados son parte de la solución.

Al respecto; el bosque plantado con especies de mayor crecimiento y rápido desarrollo se obtienen mayores rendimientos en menor tiempo que el bosque natural; pero el manejo del bosque plantado, no solamente debe considerar esta ventaja que es exclusivamente económica; sino dirigirse a converger en la conservación de la fauna silvestre y del ambiente en general y aportar ciertos beneficios sociales tanto a sus trabajadores como a las comunidades cercanas.

En relación a los bosques plantados con fines comerciales y la sustentabilidad, ha sido un tema de discusión; y en muchos casos, son opiniones contrarias al paradigma de la sustentabilidad. En los llanos centrales del estado Cojedes, se encuentra una plantación forestal de eucalipto; la finca Desarrollos Forestales San Carlos (DEFORSA) que cuenta con una superficie de 10742 hectáreas. Esta forma parte del objeto de estudio.

Hace algunos años, se ha tenido la curiosidad de confrontar con hechos científicos y confiables, si el bosque plantado de eucalipto es amigable con la conservación del ambiente; y más atrevido aún, si es sustentable. Por lo que se generó el estudio *“Modelo de sustentabilidad para bosques plantados de eucalipto en los llanos centrales del estado Cojedes”*. Caso de estudio: DEFORSA. En esta ocasión, se construyó un modelo de sustentabilidad consensuado para el uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados de eucalipto en los llanos centrales del estado Cojedes, con base a la experiencia de la finca DEFORSA.

La construcción de un modelo de sustentabilidad en base a la evaluación de los sistemas múltiples e integrados, desde una perspectiva sistémica y holística permitió edificar las propias bases teóricas y metodológicas que sustentan el modelo del sistema y su diseño.

Esta investigación se enmarcó en la línea de investigación “Desarrollo Sustentable” del doctorado en Ambiente y Desarrollo de la UNELLEZ; y “Educación para la promoción de medios y estilos de vida sustentable” del Laboratorio de Ecología Humana y Social (LEHS) adscrito al Centro de Investigaciones en Ciencias Naturales Manuel Ángel González Sponga (CICNAT) de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL - IPC) con el apoyo del Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT) adscrito al Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (IDECYT) de la Universidad Nacional Experimental “Simón Rodríguez” (UNESR, estado Miranda).

De forma tal, que este trabajo se enmarcó dentro del paradigma de la complejidad utilizando el método mixto; desde lo objetivo y subjetivo, e intersubjetivo e interobjetivo. Desde un pensamiento lineal hasta trascender al pensamiento complejo y holístico.

La investigación se estructuró en 8 estaciones; la Estación I, describe el acercamiento a la realidad donde plantea una aproximación al caso de estudio,

objetivos de la investigación y se dan a conocer los aspectos éticos del proceso investigativo.

En la Estación II, se realizó una amplia y sistemática revisión bibliográfica, tendencias del sector forestal y posturas de autores; bases epistemológicas y ontológicas y una aproximación al aporte de la Tesis Doctoral. La Estación III refiere el camino transitado o los métodos utilizados y las fases de la investigación de forma generalizada.

La Estación IV, trata sobre la caracterización de las unidades de manejo de bosques plantados de eucalipto y reservas naturales generando un conjunto de mapas; y se determinó la riqueza de familias y especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. La Estación V; se refiere a la evaluación de la sustentabilidad de los bosques plantados, en la que resultó una metodología modificada para la construcción de indicadores de sustentabilidad y evaluación.

El modelo de sustentabilidad es propio de la Estación VI, en el que se realizó el proceso de modelización; y en la Estación VII se validó el modelo. Como se denota en las Estaciones IV, V, VI y VII corresponden a los resultados del trabajo investigativo; por lo que en cada una, se enuncian sucintamente los referentes teóricos y describe de forma ampliada el proceso metodológico, los análisis y discusión de resultados y una breve aportación.

Finalmente se realizan las conclusiones y recomendaciones propias de la Estación VIII, en la que se clasifican en conclusiones específicas del estudio y conclusiones generales; además del aporte de la Tesis Doctoral. Seguidamente una sección de Referencias Bibliográficas y los anexos constitutivos por 21 mapas y un registro fotográfico con 103 imágenes que al pasarse por ese recorrido, se proyecta una visión más amplia de la dinámica del sistema.

ESTACIÓN I

ACERCAMIENTO A LA REALIDAD

1.1 Una aproximación al caso de estudio

En esta oportunidad, el tema de estudio se dirige a los bosques, por lo que se precisa el significado de éstos. Según la Ley de Bosques; Venezuela (2013), los bosques naturales son ecosistemas que abarcan superficies iguales o mayores a 0,5 hectáreas (ha.) que se han formado espontáneamente... en un determinado espacio geográfico, caracterizado por la dominancia de individuos de especies forestales arbóreas. Los bosques plantados son ecosistemas dominados por individuos arbóreos creados por la acción humana a partir de 0,5 ha. de una o varias especies con fines de uso múltiple.

Los bosques desempeñan múltiples funciones y proveen beneficios ambientales, sociales y económicos; sirven de refugio a la fauna silvestre, contribuyen a conservar la biodiversidad, mitigan el cambio climático, protegen los suelos y las cuencas hidrográficas, mejoran la calidad del aire y del agua, la estética del paisaje para recreación y turismo y suministran energía y materia prima; es así como los bosques contribuyen al bienestar de las comunidades humanas, vegetales y animales.

En las áreas de bosques naturales, se suceden procesos de cambios continuos, tal como las ganancias o expansión del bosque y las pérdidas o deforestación del bosque. Particularmente, las ganancias son difíciles de monitorear, incluso utilizando imágenes satelitales de alta resolución (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2016a).

A pesar de los cambios continuos de la superficie del bosque, las pérdidas han sido mayores. La masa forestal a nivel mundial ha disminuido. En el año 1990 se tenían 4.128 millones de hectáreas (ha) de bosque; para el año 2015 se registraron 3.999 millones de ha. (figura 1); esto representa una disminución de 129 millones de

ha. y una tasa anual de pérdida igual a $-0,13\%$; lo que equivale aproximadamente a la superficie de Sudáfrica (FAO, 2016a).

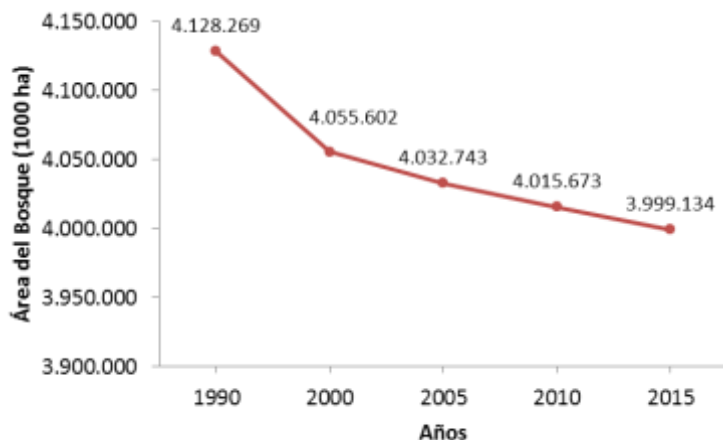


Figura 1. Superficie de la cobertura de bosque a nivel mundial.

Fuente: Elaboración Propia con datos de la FAO, 2016a.

En los últimos 25 años, se evidencia la tendencia en descenso de la superficie del bosque a nivel mundial correspondiente al período 1990 a 2015.

En América Latina y el Caribe; para el año 2010, ya se habían registrado las mayores pérdidas neta del bosque tropical a causa de la deforestación; así lo señala el Informe de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 (FRA, 2010) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura ([FAO], 2010).

La FAO (2016b) revela, que la pérdida más grande de bosque ocurrió en América del Sur y en África, cuyo promedio per cápita pasó de 0,8 ha. a 0,6 ha. por persona entre 1990 y 2015 debido al aumento de las poblaciones humanas y conversión de áreas boscosas en tierras agrícolas u otros usos. Estos datos coinciden con Boucher et al., (2011) “La agricultura comercial ha conllevado pérdidas forestales en países como Argentina, Brasil, Ecuador, Venezuela...”

En Venezuela, el deterioro y degradación de las áreas boscosas se demuestra al realizar una comparación con el mapa de vegetación del año 1988, en la figura 2 (Huber y Alarcón, 1988) y el mapa de vegetación, con base a imágenes satelitales del

año 2010, en la figura 3 (Huber y Olivera-Miranda, 2010); se evidencia disminución de la cobertura vegetal.

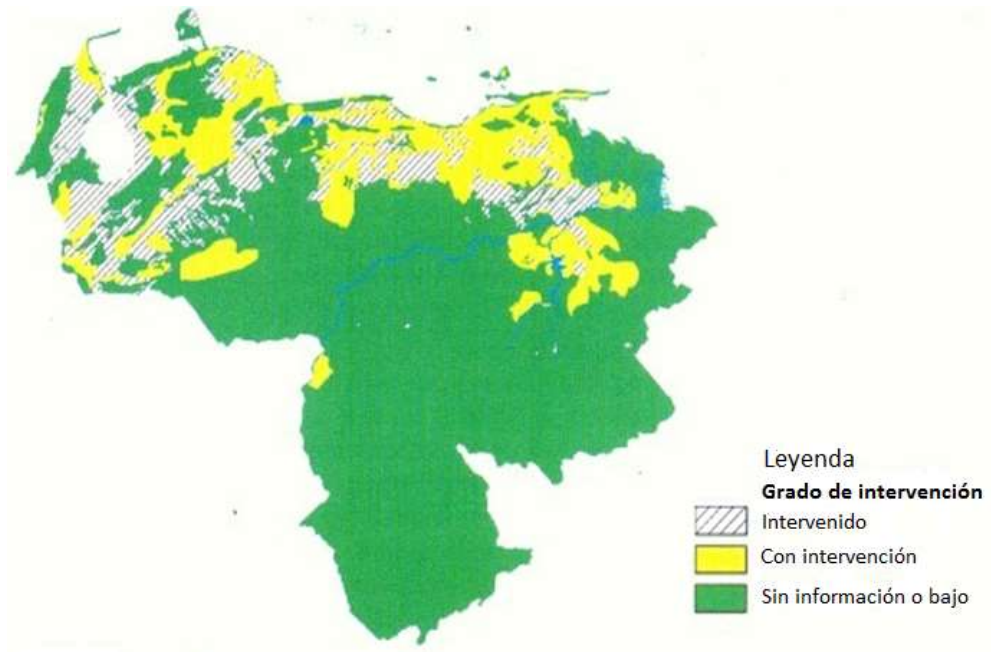


Figura 2. Mapa de vegetación en Venezuela para el año 1988.
Fuente: Huber y Alarcón (1988).

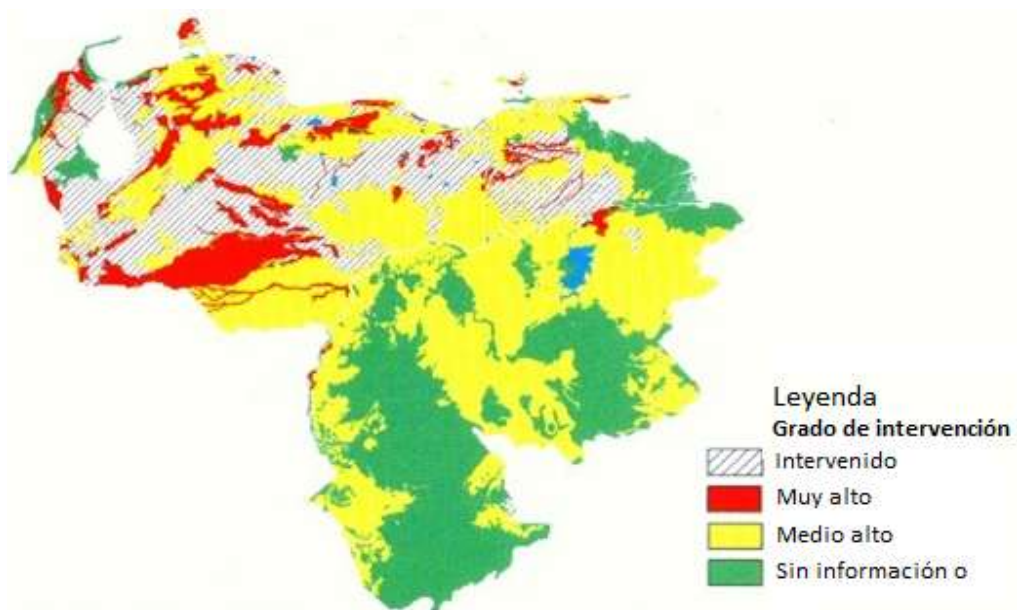


Figura 3. Mapa de vegetación en Venezuela para el año 2010.
Fuente: Huber y Olivera-Miranda (2010).

Venezuela, para el año 1920, poseía una superficie boscosa de 67.854.900 ha (74% de la superficie del país era bosque), de éste porcentaje; 66,09% se ubicaban al sur del río Orinoco y 33,91% al norte del río Orinoco. Para el año 2008, esta superficie descendió a 49.919.100 ha. (54,47% de la superficie del país), de este porcentaje; 73,36% se ubican al sur del Orinoco y 26,64% al norte del Orinoco (Pacheco, Agudo y Mellicone, 2011a).

Basado en los datos del Informe Forestal Mundial (FRA) 2010 (FAO, 2010), Venezuela se encuentra entre los diez países con las tasas de deforestación más altas del mundo; la pérdida de superficie boscosa remontó a -288.000 ha/año.

Pacheco et al., (2011a), realizaron un análisis sobre la dinámica de la deforestación en Venezuela, a partir de mapas históricos y señalan una pérdida de -26,43% (-17.935.800 ha) de los bosques venezolanos, con una tasa promedio anual de -0,30% para el período evaluado 1920-2008. La zona más afectada es la región Noroccidental, específicamente los Llanos occidentales y el sur del Lago de Maracaibo.

Según registros de la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en el FRA 2015 ([FAO], 2015) Venezuela tiene una tasa de cambio anual de deforestación de -0,6% (1990-2000), -0,3% (2000-2010) y -0,3% (2010-2015).

Es evidente, la pérdida de la cobertura boscosa, más aún, cuando la mayor superficie pertenece a los bosques naturales; que la FAO le llama, bosques primarios. En la tabla 1, se detalla:

Tabla 1. Superficie del bosque en Venezuela para el año 2015.

Bosques	Superficie (ha)	Porcentaje (%) del área del bosque
Bosque primario	45.746.000	98,00
Otros bosques regenerados de forma natural	380.000	0,80
Bosques plantados con especies nativas	32.000	0,10
Bosques plantados con especies introducidas	525.000	1,10

Fuente: Elaboración Propia con datos de la FAO (2015).

En virtud, del área mayormente de bosques primarios o naturales; es pertinente plantear algunas interrogantes: ¿Qué ha sucedido con los bosques primarios o naturales? ¿Hay seguimiento de las políticas de gestión forestal sustentables?; y lo más curioso, que estas pérdidas se han sucedido en las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE).

En Venezuela se han decretado 383 ABRAE's, con una superficie de aproximadamente 42.500.000 ha. equivalente a un 46% del territorio nacional (MARN y FAO, 2005); como: Reservas Forestales, Áreas Boscosas, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Reserva de Biósfera, Reservas de Fauna Silvestre, Refugio de Fauna Silvestre y entre otras.

Con respecto al caso específico de las Reservas Forestales, en Venezuela se han decretado diez (10), cuyo uso y aprovechamiento está normado (figura 4). Las reservas forestales abarcan una superficie de 11.327.416 ha., equivalentes al 12,36% del territorio nacional (MARN y FAO, 2005).



Figura 4. Reservas forestales representadas en el mapa de Venezuela.
Fuente: MARN y FAO (2005).

Haciendo una retrospectiva sobre el manejo y “aprovechamiento” de las Reservas Forestales de bosques naturales en Venezuela; para el año 1996, todavía existía buena parte de los bosques en el occidente del país.

En el marco de los planteamientos anteriores, y de acuerdo a los estudios de Huber y Oliviera-Miranda (2010); Pacheco et al. (2011a) y FAO (2015); coinciden en la pérdida de los bosques. Por lo que se induce en deficiencias del manejo de las reservas forestales, y como consecuencias; la destrucción irreversible de los bosques residuales.

En atención a la problemática del momento; en el año 1999, se implementó el “manejo comunitario del bosque” (Ortegano, 2000), en el que se crearon las Unidades Territoriales de Base y se transfirió la toma de decisiones a los ocupantes con el fin de recuperar las áreas afectadas. De esto, se derivaron otros problemas: las invasiones y las migraciones de los pueblos originarios, aunque tenían derechos ancestrales, fueron desplazados a otros territorios.

Lozada (2007) señaló la grave situación que representa la deforestación en Venezuela, en la que los bosques de tierras llanas, en el centro y occidente del país, son escasos y se dirigen a las zonas de montaña. Por ejemplo, la cubierta forestal de Ticoporo disminuyó a menos del 20% (Osorio, 2001). Pozzobón y Osorio (2002) señalan para el período analizado entre 1963, 1976, 1987 y 2001, disminuyó la superficie boscosa en un 77%. Por esta razón, plantaciones que aportaban materia prima para cientos de carpinterías en Socopó, fueron reemplazadas por terrenos para la producción ganadera.

Es oportuno decir, que el manejo comunitario de los bosques no es sinónimo de buen manejo de ecosistemas forestales; pues estos parecieran ser una justificación para las invasiones. Los beneficios económicos y sociales a las familias, no han prosperado; y el impacto negativo ambiental es claramente visible.

Para el período 1990 y 2015, la FAO (2015) señala que en Venezuela hay una disminución de superficie boscosa de -5.343.000 ha. y una pérdida de -213.700 ha/año; es decir, una tasa anual de deforestación de -0,4% (figura 5).

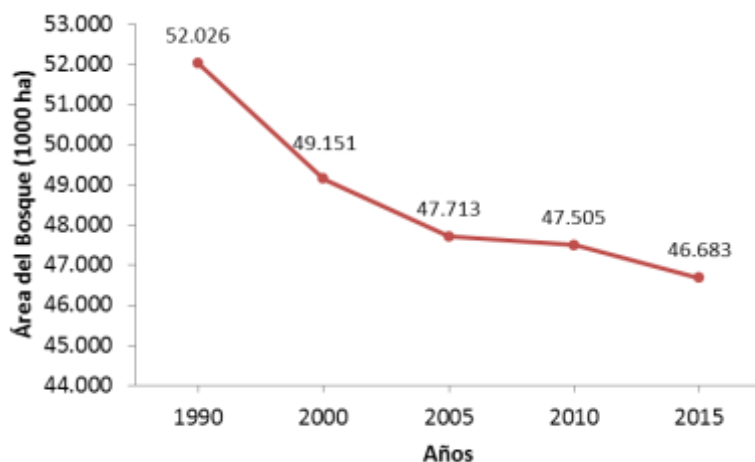


Figura 5. Superficie de la cobertura de bosque a nivel nacional (Venezuela).
Fuente: Elaboración Propia con datos de la FAO (2015).

Estos resultados, sitúan a Venezuela en los primeros lugares de deforestación en el mundo; así se muestra en la tendencia descendente del gráfico de la figura 5. Pues, la tasa a nivel mundial se ubica en -0,13% y la de Venezuela en -0,40%.

Se considera que actualmente han desaparecido la mayor parte de los bosques de los Llanos Occidentales de Venezuela; según Pacheco, Agudo y Mellicone (2011b) reporta unas 8.222.000 ha. deforestadas.

Esta situación coincide con lo expuesto por Rodríguez, Rojas y Giraldo (2010), en el que ha caracterizado los diferentes tipos de bosques en Venezuela en riesgo de amenaza; es decir, “en Peligro Crítico” y con un grado de intervención “Alto Medio”.

Esto debido a la expansión de las fronteras agrícolas para el desarrollo agropecuario; con la deforestación se intenta incrementar la producción de alimentos; en lugar de implementar tecnologías alternativas para incrementar el rendimiento por hectárea en las áreas ya disponibles para la agricultura y la ganadería.

En el estado Cojedes, se presentan pérdidas estimadas de cobertura boscosa en un 37% para el período 1990 - 2010 y un 43% para el período 1990 – 2008 (Zambrano, Márquez, Lazo y Rodríguez, 2013; y Vivas, Rumbo, Paredes y La Cruz, 2014a).

El estudio de Vivas, et al., (2014a) determinó para el período 1982 – 2008 (26 años) una variación de la cobertura boscosa en el estado Cojedes de -329.059 ha, cuya disminución porcentual se ubica en 68% (figura 6).

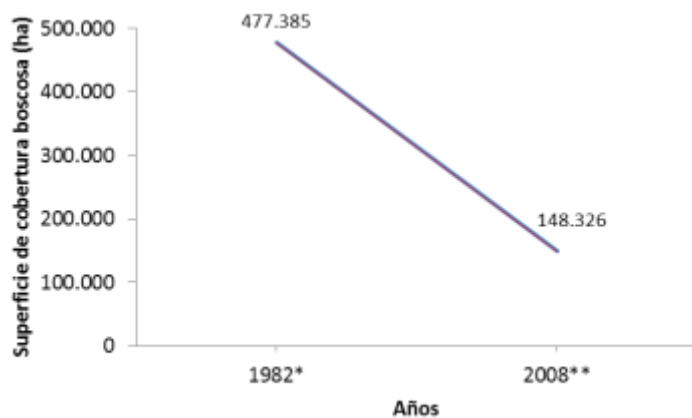


Figura 6. Superficie de la cobertura boscosa del estado Cojedes.

Fuente: *Dato obtenido del Atlas de Vegetación del estado Cojedes (1982).

**Dato obtenido de Vivas, Rumbo, Paredes y La Cruz (2014).

Elaboración Propia

En la superficie de cobertura de bosque a nivel mundial, nacional (Venezuela) y estatal (Cojedes) presentadas en las figuras 1, 5 y 6 respectivamente, se observa la misma tendencia descendente o negativa de la pérdida del bosque.

El estudio de Vivas, Morante y Quiroz (2014), indican que para el año 2008 la superficie de cobertura boscosa representó el 10% en el estado Cojedes, concentrada espacialmente a lo largo de los ríos Cojedes, San Carlos, Tinaco, Pao y Portuguesa; algunos manchones importantes se ubican al noroeste del estado Cojedes, destacando que 10% del bosque que queda en el estado; 3,3% son bosques plantados (figura 7).

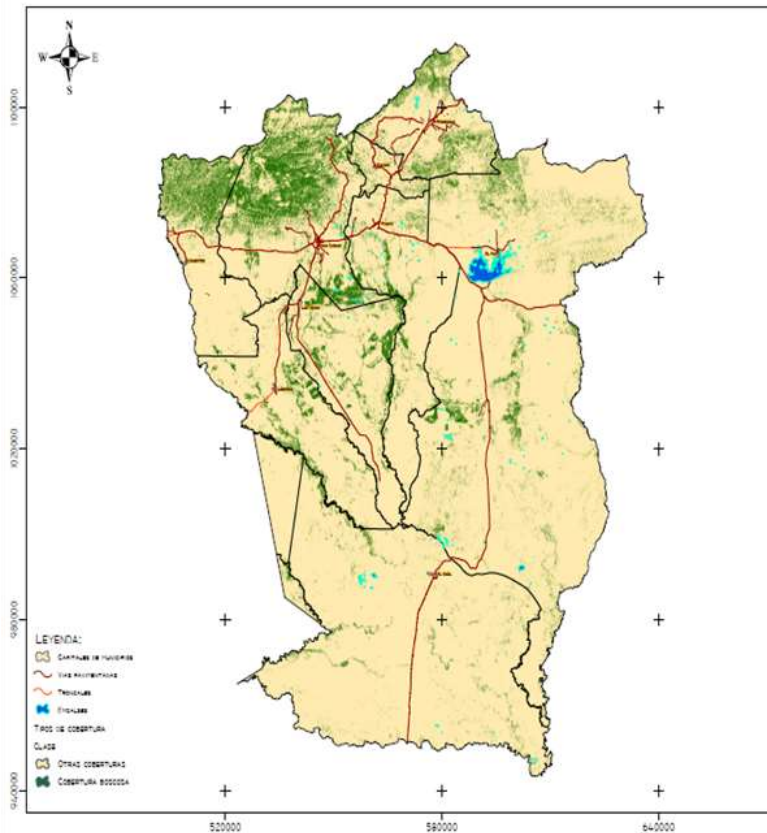


Figura 7. Disposición espacial de la cobertura boscosa en el estado Cojedes para el año 2008.
Fuente: Vivas, Morante y Quiroz (2014).

Se evidencia claramente la pérdida de los bosques en el estado Cojedes por diversas acciones antrópicas; la más destacada es la expansión de las fronteras agrícolas, seguidamente la deforestación ilegal, las ocupaciones incontroladas, incendios forestales y quema indiscriminada.

Ante la situación planteada, los bosques naturales o reservas forestales no son favorables para la explotación de madera u otros usos, debido a las consecuencias ya claramente descritas. Los bosques requieren de un sistema de gestión forestal; estos proveen de bienes y servicios esenciales a todos los seres vivos; y por tanto, juegan un papel preponderante en el ámbito del desarrollo sustentable.

Para esto, se consideran los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) planteados en el XIV Congreso Forestal Mundial 2015, a través de la Declaración de

Durban; resolución titulada: “Transformar nuestro mundo: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” (Congreso Forestal Mundial, 2015).

El ODS 15, es el más relacionado con el objeto de estudio “Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de modo sostenible los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”.

En atención a los ODS y de las pérdidas netas de las áreas de bosques que se viene registrando durante el período 1990 y 2015, y en especial; las ocurridas en el estado Cojedes (2008); se requiere del establecimiento de bosques plantados para el uso y aprovechamiento sustentable combinado con sistemas alternativos de producción como los sistemas múltiples o integrados; entre estos: agroforestales, silvopastoriles y agrosilvopastoriles, entre otros.

En este sentido, el establecimiento de bosques plantados ha revertido la tendencia ascendente o hacia un incremento de la superficie a nivel mundial (figura 8), aunque el área sea menor (figura 9). De manera similar ocurre en el ámbito nacional (figura 10).

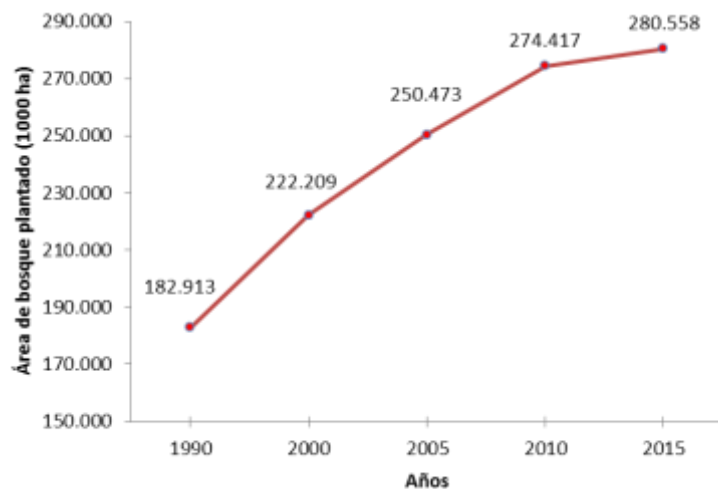


Figura 8. Superficie de bosques plantados a nivel mundial.
Fuente: Elaboración Propia con datos de la FAO, 2015.

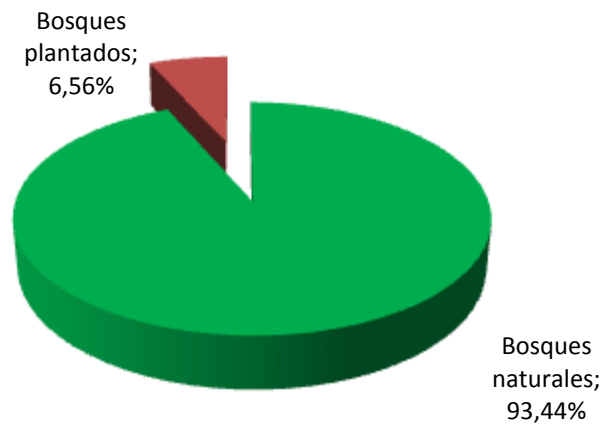


Figura 9. Superficie de bosques plantados y naturales a nivel mundial.

Fuente: Elaboración Propia con datos de la FAO, 2015.

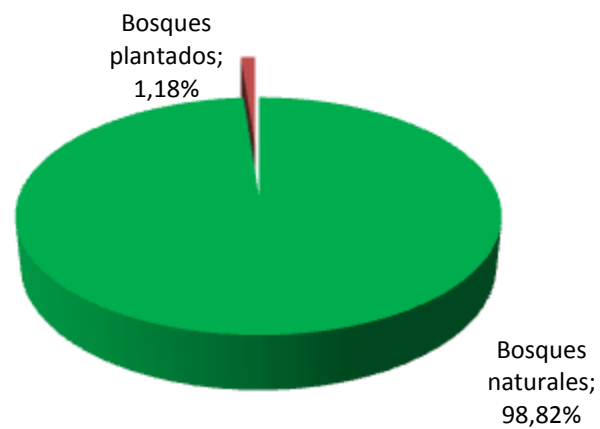


Figura 10. Superficie de bosques plantados y naturales a nivel nacional (Venezuela).

Fuente: Elaboración Propia con datos de la FAO, 2015.

Dentro de este contexto, la tendencia ascendente del establecimiento de bosques plantados pareciera la solución más factible ya que representa una medida de mitigación de los efectos reversos de la deforestación por la expansión de las fronteras agrícola para la producción de alimentos. Así contribuiría a satisfacer la demanda que la sociedad requiere para su consumo. Esto conllevaría a un Manejo Forestal Sustentable en función de minimizar el impacto ambiental negativo y que sea beneficioso en lo social, económico y ecológico.

En Venezuela existen bosques plantados con especies nativas (32000 ha.) e introducidas (525000 ha.), siendo esta última la de mayor proporción (figura 11).

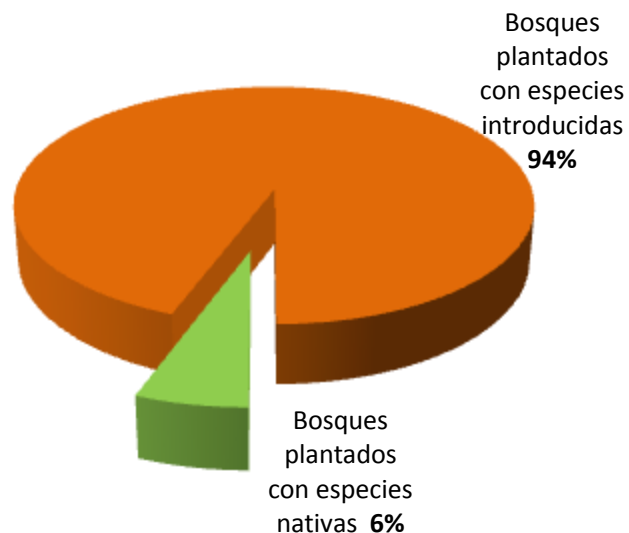


Figura 11. Superficie de bosques plantados en Venezuela.
Fuente: Elaboración Propia con datos de la FAO, 2015.

Las especies introducidas en bosques plantados se utilizan principalmente en la producción comercial para la obtención de materia prima (Aserradero, machihembrado, puntales para la construcción, pulpa para papel, carbón, resinas y entre otras); además de la versatilidad de adaptación del cultivo a condiciones agroecológicas, crecimiento rápido y óptimos rendimientos. Este es el caso del pino y el eucalipto.

Los bosques plantados de eucaliptos, cultivo de crecimiento rápido y que se adapta a condiciones agroclimáticas adversas; y en combinación con ganadería bovina y/o bufalina han dado muy buenos resultados en otros países como México (Pérez-Canales, 2012), Chile (Frene, Donoso, Donoso, y Romero, eds. 2011); Argentina (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2014), Brasil (Laclau, 2012) y España (Grupo Empresarial ENCE, 2009).

En Venezuela, son pocas las experiencias en fincas y empresas con desarrollo forestal de bosques plantados; entre las que se mencionan:

- Agroforestal Anzoátegui (PDVSA): trabaja principalmente con la especie del pino caribe. Sus productos son destinados a la producción de madera para aserradero.
- Madera del Orinoco (Anzoátegui, Monagas y Bolívar): trabaja con *Pinus caribaea* (pino caribe), es la actividad principal, *Acacia magium* (acacia), *Eucalyptus urophylla* (eucalipto), *Caraipa llanorum* (saladillo) y *Tectona grandis* (teca). Sus productos son destinados a la producción de madera para aserradero, pulpa para papel y cartón. Ambas empresas son del estado.
- MASISA (Anzoátegui y Monagas): es una transnacional; trabaja con pino principalmente, acacia y melina en una superficie de 147340 ha. de las cuales 89398 ha. son destinadas a los bosques plantados. Los productos obtenidos se destinan a la producción de tableros de madera para muebles y arquitectura de interiores.
- PROPULSA también trabajan con Pino (no se dispone de datos confiables).
- SMURFIT KAPPA (Portuguesa, Cojedes): es una empresa transnacional que trabaja con pino principalmente. Su producción se destina a la fabricación de cartón ondulado, envases para alimentos y pulpa para papel de impresión.
- DEFORSA (Cojedes): trabaja con eucalipto; en una superficie de alrededor 4000 ha. se destinan a la producción de madera para pulpa (papel higiénico, servilletas, toallas); y alrededor de 2000 ha., madera para otros usos. Las 4 últimas empresas son privadas.

Entre las fincas mencionadas; se seleccionó la finca DEFORSA como caso de estudio. Otras experiencias similares con eucalipto en sistemas silvopastoriles en el estado son: la unidad de producción cercana a la finca, para estantillos (*Bastidas, J. Y. Agosto 19, 2016. Com. Personal*) y la finca vía Camoruco - Acarigua para la producción de materia prima para carbón (*Figuroa, L. Abril 15, 2016. Com. personal*). Éstas se catalogan como fincas productoras a pequeña escala.

Existe, por lo tanto, poca experiencia reportada sobre el manejo sustentable de los bosques plantados y sobre la evaluación de la sustentabilidad en el país; así como

tampoco hay referencias sobre modelo en bosques plantados. Sólo algunos intentos se han realizado en relación a la elaboración de indicadores para casos específicos.

Por lo anterior, en esta investigación se construyó un modelo de sustentabilidad para el bosque plantado de eucalipto (*Eucalyptus urophylla x E. grandis*) en los llanos centrales del estado Cojedes fundamentado en la experiencia de la finca DEFORSA II y se evaluó la sustentabilidad de la finca.

Por consiguiente, el problema de investigación es:

Debido a la pérdida, deterioro y degradación de la cobertura boscosa del estado Cojedes, ha surgido la necesidad de construir un modelo de sistemas de bosques plantados como alternativa de uso, manejo y aprovechamiento de los mismos, con la experiencia de DEFORSA; respondiendo a las dimensiones de la sustentabilidad y a la integración con los sistemas de las áreas de reservas del medio silvestre circundantes.

A partir de este planteamiento se desprenden las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son las características del manejo y aprovechamiento de los bosques plantados de eucalipto en la finca DEFORSA?

¿Cuáles serán los indicadores que permitirán medir el uso, manejo y aprovechamiento sustentable de los bosques plantados de eucalipto en la unidad de manejo forestal DEFORSA?

¿Cuál será el marco conceptual y metodológico que sustentará el diseño del modelo con base a la experiencia de la finca DEFORSA?

1.2 Justificación de la investigación

Por la pérdida imparable de la cobertura boscosa (Osorio, 2001; Pozzobon y Osorio, 2002; Lozada, 2007; Huber y Oliviera-Miranda, 2010; Pacheco et al., 2011a; Pacheco et al., 2011b y FAO, 2015); por el deterioro y degradación de la cobertura boscosa del estado Cojedes (Vivas, Morante y Quiroz, 2014), y la alta demanda del papel y otros subproductos. Por lo tanto, surge la pregunta: ¿Qué hacer para disminuir

la deforestación y satisfacer las demandas? Existen varias respuestas a esta interrogante, considerando los beneficios y las desventajas de cada una (tabla 2).

Tabla 2. Beneficios y desventajas de las opciones de obtención de madera para pulpa y otros usos.

Opción	Beneficios	Desventajas
A Utilización del bosque natural.	- Costo de inversión mínimo.	- Menor rendimiento. - Menor calidad de la pulpa. - Mayor tiempo de producción. - Mayor utilización de áreas de bosque nativo debido al menor rendimiento en m ³ /ha/año.
B Importaciones de la pulpa, papel y subproductos.	- Ambiente disponible o expuesto.	- Incremento de costos. - Dependencia, inseguridad, encadenamiento económico. - Consumo de divisas.
C Plantaciones de eucalipto (monocultivo).	- Mayor ingreso económico. - Mayor rendimiento. - Mayor calidad de la pulpa. - Menor tiempo de producción. - Menor superficie.	- Menor sustentabilidad. - Mayor deterioro agroecológico. - A largo plazo en insostenible.
D Bosque plantado de eucalipto bajo sistemas integrados.	- Se estima que hay mayor sustentabilidad en la unidad de producción. - Integración de todos los elementos. - Posibilidad de mayores beneficios económicos, sociales y ecológicos.	- Rentable a largo plazo. - Inversión inicial alta.

De acuerdo a lo expuesto, el “Bosque plantado de eucalipto bajo sistemas integrados” es la opción más favorable.

Otras razones que justifican el trabajo, es el caso de estudio; la cual es una unidad de producción reconocida a nivel nacional y que aporta la materia prima para producir el 60% del papel higiénico (Bastidas, J. Y. Diciembre 5, 2013. Com. personal). Adicionalmente se generan empleos directos e indirectos internos; unos 200 trabajadores, empleos indirectos externos alrededor de 2500 (carbonera, aserradero, planta procesadora del papel), conservación de la fauna y de la flora y por los aportes en lo social.

En Venezuela el manejo y aprovechamiento de bosques plantados, es un tema relativamente reciente, por lo que no existe suficiente información que permita un Manejo Forestal Sustentable (MFS), esto ha conllevado a generar un trabajo que

aporte diversos elementos para la construcción de un modelo de bosques plantados de eucalipto en el que se desarrolle y valide una metodología para evaluar con indicadores, la sustentabilidad en el sistema integrado de bosques de eucalipto a escala local como la Unidad de Manejo Forestal (UMF) de DEFORSA y se adapte a las condiciones que rigen en Venezuela y especial énfasis en los llanos centrales del estado Cojedes.

1.3 Alcances y limitaciones de la investigación

La investigación incluye un área importante en el estado Cojedes para la producción de madera para pulpa (papel suave), madera para otros usos, subproductos y algunos productos alimentarios; con una superficie de 10742 ha.

El alcance temporal corresponde al período 2013-2016. Para la evaluación de la sustentabilidad se consideró el año 2000 ya que se contaban con datos e información.

La limitación del trabajo de estudio, fue la falta de imagen satelital actualizada para el año 2014 ó 2015 de alta resolución y calidad. Por lo que se trabajó con una imagen multiespectral del año 2012 de 5m x 5m de muy buena calidad la cual fue proporcionada por la finca DEFORSA.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Construir un modelo de sustentabilidad, para el uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados de eucalipto en los llanos centrales del estado Cojedes fundamentado en la experiencia de la finca DEFORSA.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las unidades de uso, manejo y aprovechamiento de los bosques plantados de eucalipto en la finca DEFORSA.
- Evaluar la sustentabilidad de la unidad de estudio en relación al uso, manejo y aprovechamiento del eucalipto a partir de un sistema de indicadores.

- Diseñar el modelo consensuado para el uso, manejo y aprovechamiento sustentable de los bosques plantados de eucalipto en los llanos centrales del estado Cojedes, con base a la experiencia de la finca DEFORSA.
- Validar el modelo a nivel de expertos para el manejo y aprovechamiento sustentable de bosques plantados de eucalipto en los llanos centrales del estado Cojedes, con base a la experiencia de la finca DEFORSA.

1.5 Aspectos éticos del proceso investigativo

En este aparte se especifican los aspectos éticos de la investigación, tomando como base los principios filosóficos de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (UNESCO, 2005):

- a) *Valor científico:* se evidencia en la construcción de un modelo de sustentabilidad y en los indicadores utilizados para evaluar la misma. Esta investigación conduce a detectar deficiencias en el manejo de los bosques plantados, a optimizar el proceso y a valorizar los aspectos positivos.
- b) *Validez científica:* se enfatizó en la utilización de métodos acorde con los problemas y las necesidades sociales, económicas y ecológicas; las técnicas e instrumentos utilizados, los informantes y la recolección de los datos e información; aunado a la búsqueda de un marco teórico basado en fuentes documentales; además de un lenguaje técnico y a su vez sencillo y fácil de entender por cualquier persona. A partir de esto; se incursionó hacia una investigación que generó conocimientos válidos.
- c) *Uso responsable de los recursos:* actualmente, el uso responsable de los recursos es limitado: dinero, esfuerzo y tiempo. También se aseguró que los recursos ambientales como la flora y la fauna no fueron expuestos a riesgos o agresiones.
- d) *Selección de los informantes:* la selección de los sujetos o informantes fueron escogidos por razones estrictamente relacionadas con el tema de estudio.
- e) *Diálogo auténtico:* se propició un clima de confianza y por lo tanto de sinceridad en los conversatorios, talleres, reuniones, recorridos de campo. Todos

los datos fueron verificados en campo, por registros previos y a través de los resultados propios de la investigación.

f) ***Evaluación independiente:*** en ocasiones, las investigaciones tienden a sesgarse por intereses particulares. Para reducir o minimizar estos prejuicios, se realizaron evaluaciones constante durante todo el proceso de investigación por personas con conocimientos en el área y no relacionadas al estudio; así como los jurados en los diferentes Seminarios de Avance de Tesis Doctoral I, II y III, como fueron: Dr. Tonny García, Dr. Franklin Paredes, Dr. José Alí Moncada, Dr. Miguel Torrealba, Dr. Juan Fernández, Dr. César Merchán, Dr. Rafael Rodríguez y Dra. Carelia Hidalgo. Todas estas personas tenían la autoridad de corregir, aprobar o, dado el caso, de reprobar o suspender la investigación. Para el caso específico: fue aprobado.

g) ***Respeto a los informantes y a la información confidencial:*** implicó permitir que el sujeto se exprese de manera explícita, se respetó la reserva en el manejo de datos e información confidencial, se evitó la confrontación de los sujetos por opiniones o información discrepante (este no fue el caso; todo lo contrario, la información coincidió; es decir, la veracidad de los datos y de la información fue confiable). De igual forma, todos los resultados de la investigación en el proceso fue dada a conocer a los sujetos en breves presentaciones, talleres y conversatorios asumiendo todas las observaciones y sugerencias al caso.

h) ***Consentimiento informado:*** consistió en resumir todos los aspectos anteriores por medio de un escrito y reunión por las partes interesadas. En este se establecieron algunos acuerdos previos entre la finca DEFORSA y los investigadores.

ESTACIÓN II

BASES CONCEPTUALES Y TEÓRICAS

2.1 El cultivo de eucalipto

El eucalipto, del género *Eucalyptus* es originario de Tasmania (Australia) y pertenece a la familia Myrtaceae. Existen más de 600 especies, de las cuales 37 se utilizan en la industria forestal y sólo 15 son de interés comercial. Tanto el eucalipto como el pino son las especies más utilizadas en bosques plantados con fines industriales en todo el mundo (Grupo Empresarial ENCE, 2009) y el eucalipto es el género más plantado en el Trópico (Laclau, 2012).

Las especies de eucalipto están distribuidas en más de 90 países en el mundo, la mayoría en zonas tropicales y subtropicales. Las mayores plantaciones de eucalipto (específicamente el *Eucalyptus urophylla*) se produce en Brasil, Indonesia y sur de China (Chaw y Ralph, 2011).

Ha sido plantado e introducido en España, Portugal, California (Estados Unidos), La India, Venezuela, Brasil, Ecuador, Chile, Perú y Bolivia, entre otros; con fines industriales para la obtención de madera para pulpa (elaboración de papel) y madera para diversos usos, como: estantillos para cercas, listones, paletas, aglomerados, vigas, parquet, leña, biocombustibles y carbón; entre otros subproductos: la miel de eucalipto, jarabes para la tos, aceites, cremas dermatológica, repelentes para insectos y caramelos; todo ello, resulta de la selección y mejoramiento genético para cada uso.

La cosecha se realiza entre los 5 – 6 años si la producción es madera para pulpa (elaboración de papel suave) en zonas tropicales, con rendimientos que varían entre 30 – 40 m³/ha/año; o aproximadamente a los 20 años, si es con fines de producción de madera.

2.2 El eucalipto en DEFORSA

2.2.1 Historia del eucalipto en DEFORSA

Basada en las experiencia del oriente del país y en los logros obtenidos en Brasil y Argentina sobre la producción de materia prima (madera para pulpa para la producción de papel suave), con especies de rápido crecimiento; la finca Desarrollos Forestales San Carlos (DEFORSA), ubicada en los llanos centrales del estado Cojedes, en Venezuela; inicia sus actividades forestales; en el año 1987; seleccionando especies de pino caribe (*Pinus caribaea*), variedad *Hodurensis* con el fin de establecer plantaciones para la producción de pulpa para papel de fibra larga.

Al tiempo; después de un análisis técnico; las máquinas de procesamiento que disponía la planta procesadora Papeles Venezolanos, C.A. (PAVECA), en el estado Carabobo; era susceptible a daños mecánicos debido a que la fibra del pino era larga y dura; por tanto menos productivo y poco rentable.

En campo, el *Pinus caribaea* producía efectos negativos a los suelos, aguas y biodiversidad por su condición de conífera. Limita el crecimiento de otras especies vegetales, la acículas del pino (hojas con forma alargada y muy fina) son muy ácida y al caer al suelo e instaurar una cobertura prolongada de éstas acículas, lo acidifica. También se producían algunos efectos alelopáticos (*Bastidas, J. Y. Noviembre 29, 2013. Com. Personal*).

En el año 1992; la finca DEFORSA sustituyen el pino caribe (*Pinus caribaea*) por el eucalipto, plantando especies de *Eucaliptus urophylla* y *Eucalyptus grandis*, así como híbridos entre estas dos especies; la fibra de este, es corta y blanda; por lo tanto, a nivel industrial, tiene mayores rendimientos y productividad (*Bastidas, J. Y. Enero 15, 2014. Com. Personal*).

Desde el inicio de DEFORSA hasta el año 2001, el sistema de producción y actividades de manejo de las plantaciones se caracterizaba por el sistema convencional y de monocultivo. Es a partir del año 2002 cuando se incorpora el sistema de producción pecuaria con ganadería bovina y bufalina bajo el sistema

silvopastoril (*Leite, J., Agosto 19, 2014. Com. Personal*). La ganadería ovina en pequeño rebaños utilizada para bajar combustible en el área de las galeras (*Campos, W. Noviembre 24, 2015. Com. Personal*).

En esa misma medida, para el año 2005 se elimina la práctica de la quema para eliminar los residuos de la cosecha y consigo los organismos y microorganismos del suelo; y en el año 2008, se pone en funcionamiento el Minijardín Clonal donde se realiza la selección de clones o material vegetativo (reproducción asexual) y obtener el material ideal para cada condición específica de suelo principalmente.

En campo, el *Eucalyptus* sp; es una planta latifoliada, que proporciona sombra y un manto orgánico favorable al suelo, hay un mejor aprovechamiento del agua y se observa una mayor biodiversidad de especies de fauna silvestre y de especies vegetales bajo las plantaciones (*Bastidas, J. Y. Enero 15, 2014. Com. Personal*).

A medida que se ha avanzado en el manejo del cultivo, se han realizado planes de selección de clones de eucalipto genéticamente superior dando como resultado, híbridos adaptados a las condiciones agroclimáticas de cada tipo de suelo en la finca producto del *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (*Muro, J. Marzo 18, 2015. Com. Personal*).

Hoy día, se progresa en la aplicación de prácticas amigables con los recursos ambientales usando alternativas de producción como los sistemas silvopastoriles en función de hacer un mejor uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado de eucalipto.

2.2.2 ¿Qué es DEFORSA? Su misión y visión

Desarrollos Forestales San Carlos (DEFORSA) es una finca productiva, filial de Papeles Venezolanos (PAVECA), que le provee materia prima (madera de eucalipto) para la elaboración de pulpa para papel suave. Entre otros productos que genera la finca; madera para carbón y madera para otros usos (estantillos, botalones, uso estructural y aserradero). La madera para aserradero es utilizada en la fabricación de

paletas que se envían a PAVECA. También algunos productos agroalimentarios como: miel, arroz, maíz, carne y leche.

La finca cuenta con una superficie de 10742 ha. Se considera una finca que opera a mediana escala que según el MARN y FAO. 2005, oscila entre 500 a 5000 ha/año. En el uso de los suelos resaltan los bosques plantados de eucalipto con densidad de siembra alta y densidad baja, bosques naturales; y en pequeña proporción, el sistema agrosilvopastoril, agroforestal, uso agropecuario y área de infraestructura (central, carreteras y caminos).

La misión de DEFORSA es:

Garantizar la disponibilidad de madera para producción de pulpa y otros productos relacionados, con elevados niveles de calidad, asegurando la satisfacción de nuestros clientes y trabajadores mediante el fortalecimiento, investigación y desarrollo de la silvicultura, agricultura, agropecuaria y el ecoturismo.

Su visión: “Ser la empresa modelo de producción de madera, ecológicamente integrada, en constante búsqueda de mejoramiento tecnológico y rentabilidad”.

Cuenta con un personal de 200 trabajadores; de los cuales 50 empleados directos son gerentes, supervisores y personal especializado. Y 150 trabajadores indirectos e internos; encargados de las labores de mantenimiento, limpieza, transporte de la madera, transporte del personal, servicio de comedor, servicios médicos y vigilancia. Todo el personal goza de todos los derechos laborales como Seguro Social Obligatorio, uniforme, bono de alimentación, bono de vacaciones y aguinaldos, prestaciones y todo lo que conlleva a las obligaciones laborales establecidas por la Ley.

Existe rigidez en el cumplimiento de las normas de seguridad y políticas de la finca en general; por ejemplo: asistencia y puntualidad, responsabilidad, disciplina y comportamiento laboral, ética profesional, conservación del ambiente y especial a la fauna silvestre y entre otros.

El personal que labora en oficinas administrativas y/o en campo; cuentan con un ambiente laboral acorde con lo establecido por las leyes. Así como: espacio, buena iluminación, acondicionadores de aire, filtros y agua potable, baños, servicio de internet, telefonía CANTV, radio transmisores, inmobiliario y en buen estado salubre. Cuenta también, con una planta eléctrica. Las torres de vigilancia cuentan con protección y los servicios básicos.

En las horas de descanso del personal (12:00 m a 1:30 pm), se almuerza y luego toman su descanso en el caney jugando cartas, dominó y tomándose un café guayoyo o en cancha de bolas criollas compartiendo cuentos, chistes o aspectos del día a día.

2.2.3 Áreas de acción en DEFORSA

La finca desarrolla un plan de uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados de eucalipto en tres áreas de acción: producción, responsabilidad social y conservación del ambiente.

El área de **producción** se vincula con la capacitación y motivación del personal, el mejoramiento genético, continuas investigaciones, tecnología eficiente y eficaz, manejo del ganado, prevención y control de incendios forestales y rentabilidad.

El área de **responsabilidad social** consta de tres líneas de acción: Educativa, Ambiental y Social. La Acción *Educativa* se encamina hacia el fortalecimiento de principios y valores de los niños en las escuelas adyacentes a través de programas educativos sobre autoestima, motivación, y entre otros, impartidos por los trabajadores en jornadas de voluntariado. La acción *Ambiental* se orienta hacia la concienciación en educación ambiental mediante visitas guiadas, con estudiantes o comunidades organizadas.

Y la acción *Social* se refiere a las donaciones de equipos u otros materiales a escuelas e instituciones. Reparaciones menores de infraestructuras y acondicionamiento de la vialidad.

El área de **conservación ambiental**, los trabajadores frecuentemente reciben capacitación e inducción en educación ambiental, y a partir de allí se comprometen

mancomunadamente al cuidado y conservación de los recursos ambientales en virtud de la biodiversidad de la flora y fauna silvestre, tanto en las áreas de reserva como en el bosque plantado. Es de acotar, que todo aquel trabajador que afecte de manera directa e indirecta a la fauna silvestre principalmente, e incumplir con la norma implementada en la finca; se sanciona de acuerdo a la Ley (*Leite, J. Agosto 12, 2016. Com. Personal*).

Algunas actividades sobre congresos, cursos o talleres impartidos o recibidos son: valorando los estudios para estudiantes de 5to. y 6to. Grado, motivación y autoestima en las comunidades, primeros auxilios, participación en el primer encuentro de experiencias silvopastoriles de Venezuela, grado de sensibilización e identificación del personal con la biodiversidad, visitas guiadas en la finca, taller sobre reciclaje de envases vacíos, manejo responsable de productos para la protección de cultivos (triple lavado de envases y perforado), censo neotropical de aves acuáticas, liberación de morrocayos sabaneros, culebras, iguanas, aves; arreglo de la vialidad DEFORSA en el tramo de carretera comprendido entre Fundabarrios y Conaima hasta vía el Totumo (calzada de petróleo, extendido de granzón, compactación y aplicación de RC2) y participación en eventos científicos y en los congresos forestales, entre otras actividades.

2.2.4 Manejo general del bosque plantado de eucalipto en DEFORSA

El manejo forestal es un proceso que inicia en el área de vivero e investigación forestal, preparación del suelo, plantación, mantenimiento, prevención y control de incendios; y finaliza con la cosecha forestal y transporte de la madera (Anexos A hasta H).

El **área de vivero e investigación** está dedicada a la producción de plántulas de eucalipto destinadas a la plantación y a la venta. El material vegetativo de reproducción es a través de la selección y reproducción asexual (clon), los genotipos son seleccionados de acuerdo a algunas características deseables así como su alto rendimiento y rápido crecimiento en campo, cuya adaptabilidad a las condiciones del

suelo y clima son específicas de cada tipo; al mismo tiempo; calidad de la fibra y densidad de la madera en planta procesadora.

El Minijardín clonal y el invernadero es donde se propagan las plántulas asexualmente o clones por medio de miniestacas vegetativamente a través de la técnica de la hidroponía con sustrato. Esta consiste en el suministro de agua y nutrientes en las cantidades necesarias para su óptimo crecimiento y desarrollo.

La utilización de la hidroponía permite seleccionar un material de buena calidad y alto rendimiento para la producción de madera para pulpa con el mínimo impacto ambiental haciendo uso y aprovechamiento racional del agua y de nutrientes. DEFORSA es líder en el país en la producción de material genético de alta calidad, a través del programa de mejoramiento basado en la selección de individuos superiores y uso de herramientas de hibridación controlada (*Campo, W. Septiembre 15, 2015. Com. Personal*).

El área de vivero se divide en: el mini jardín clonal, invernadero, área de sombra y área de sol.

En el *Minijardin clonal*: se seleccionan las cepas, que previamente han pasado todas las fases de ensayo establecidas en campo y que sus características genotípicas y fenotípicas corresponden a los requerimientos y estándares de la producción. Estos se cortan y se confeccionan para introducir en los tubetes con sustrato, inmediatamente se hidratan.

Invernadero: es una instalación donde las plántulas están protegidas contra el sol y el viento durante 30 días, reciben riego y fertilización. Una vez que emerja la raíz principal se pasan al área de sombra.

El minijardín clonal e invernadero es una infraestructura de 1469 m², donde las miniestacas son mantenidas mediante un sistema de hidroponía automatizado que suministra de solución nutritiva en forma intermitente.

Área de sombra: es el área donde las plántulas ya no están protegidas contra el viento pero sí contra el sol, con riego y fertilización para mejorar el área foliar. Luego de 30 días, pasan al sol.

Área de sol: es el área donde las plántulas están desprovista del viento y de la sombra pero siguen recibiendo riego y fertilización. Esto con el fin de adaptar las plántulas a las condiciones naturales del campo. Pasado 30 días más, ya las plantas tienen el área radicular y foliar listas para el trasplante.

En el área de **investigación forestal** se realizan trabajos referidos a: suelos, manejo forestal, evaluación de ensayos e inventario forestal principalmente.

La **preparación de suelo** consiste en acondicionar el suelo con un mínimo impacto para proporcionarle a la planta las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo. Se inicia con un equipo triturador de tallos (Bod Cat) y limpiador de calles, se pasa de 1 a 2 pases de rastra (punto 3) y luego un equipo triple (subsolador + fertilizador + lomador); es decir, que realiza tres labores al mismo tiempo; subsola a unos 0,70 a 1 metro de profundidad, fertiliza y levanta una loma alrededor de unos 0,30 cms. En caso del rebrote, no se prepara el terreno con maquinaria pesada, sólo se selecciona el mejor rebrote para la producción y se acondicionan el terreno.

Las labores de **plantación** consisten en la siembra de los arbolitos; esta se realiza de forma manual (plantas con promedio de altura que oscila entre 20 – 30 cm) o mecanizada (alrededor de 30 cms de altura), con una sobrevivencia al primer mes no menor a 97%, y a los tres primeros años $\geq 90\%$. El equipo de siembra mecanizada prepara la tierra solo por el hilo, fertiliza y siembra. Esta labor se realiza entre los meses de mayo, junio y julio para aprovechar la temporada de lluvias de máxima precipitación.

La densidad de población para el sistema silvopastoril de alta densidad es de 1111 plantas por hectárea (ptas/ha), con distanciamientos de 3m x 3m; 4,50m x 2m; y 4m x 2,25m. Para el sistema silvopastoril de baja densidad es de 250 a 416 ptas/ha.

con distanciamientos de 10m x 4m; 12m x 2,25 y 12m x 2m. En el sistema agrosilvopastoril se distribuyen los árboles con distancias de 14m x 20m x 4m.

El **mantenimiento** de plantación consiste en el cuidado durante todo el ciclo de crecimiento y desarrollo, que para el sistema silvopastoril de alta densidad (madera para pulpa) está alrededor de 6 años y para el sistema silvopastoril de baja densidad entre los 8, 10 a 12 años.

En este período se realizan los cuidados del bosque, como: labores de limpieza o control de malezas manual (machete y guadaña) por el hilo o entre árboles, químico (con herbicidas), mecanizado (rolo argentino o rotativa) entre hilos o en la calle y biológico (ganado bovino y búfalos).

La fertilización se lleva a cabo en tres fases con mezclas de fertilizantes de fórmula simple o compuesta a razón de 144 gr/planta. La I fase denominada pre-plantación; se aplica al momento de la preparación de suelo o al momento del trasplante mecánico. La fase II llamada de cobertura: se efectúa al mes del trasplante y la fase III al primer año y otra al segundo año de la plantación original. La enmienda o aplicación de dolomita, se realiza 3-4 meses previo a la siembra; a razón de 1200 Kg/ha.

El control de plagas y enfermedades, cuenta con un equipo entrenado para el monitoreo; en este caso, no se presentan enfermedades, pero sí organismos no deseados como el bachaco rojo (*Atta sexdens*), bachaco sabanero (*Acromyrmex octospinosus*), comején (*Heterotermes* sp) y *Costalimaita ferruginia*, las cuales son controlados con el pastoreo del ganado. Los ataques severos del bachaco se controlan con bachaquicidas a razón de 10 gr/m².

Prevención y control de incendios: consta de una serie de normas y actividades coordinadas como: sistema de vigilancia las 24 horas del día todo el año; sistema de comunicación por radio, 3 a 5 torres de observación en funcionamiento, mantenimiento de la red de carreteras y corta fuego, brigadas contra incendios y equipos especiales como: Camión bombero, carro bomba, cisternas y tornados.

El personal o brigadas están capacitados y entrenados para esta labor cumpliendo con las respectivas normas de seguridad.

La **cosecha forestal** en el sistema silvopastoril de alta densidad se realiza de forma mecanizada con cosechadora Harvester John Deere la cual realiza 5 acciones: corta, desrama, descorteza, secciona y apila la madera en un tiempo promedio de 56 seg/árbol y trabaja entre 8-9 horas al día en toda la temporada seca. Para el resto de los sistemas silvopastoriles la cosecha forestal es manual con motosierra. Es de resaltar que no se quema para eliminar residuos de cosecha.

El rendimiento alcanzado oscila entre 20 a 35 m³/ha/año, siendo el promedio de 24m³/ha/año en madera para pulpa. Los residuos de madera se todos los sistemas se destinan a la producción de carbón (alrededor de 20000m³/año).

Los productos finales obtenidos del sistema son: madera para pulpa (90000 – 100000 m³/año), el cual es procesado por la empresa PAVECA y obtener el papel higiénico, servilletas y toallas. Entre otros como madera para carbón (residuos de cosecha y madera seca) y madera para otros usos.

2.2.5 Manejo de la ganadería

El sistema silvopastoril presupone que el manejo del bosque y del ganado; se llevan a cabo conjuntamente en la producción de madera. El manejo del ganado en los diferentes sistemas silvopastoril de alta densidad, silvopastoril de baja densidad, pastizales, sabanas y bosque natural hace complicado y complejo. El rebaño de bovinos y búfalos están separados, divididos en potreros. Para ello, se tienen divisiones de potreros cercados con alambre de púa o cercas eléctricas para el pastoreo rotativo de los animales. El manejo del ganado se realiza bajo tres modalidades:

- a) En el pastizal la carga animal es <1 UA/ha.
- b) En el sistema silvopastoril de baja densidad con pasto sembrado y/o naturales es <0,75 UA/ha.

c) En el sistema silvopastoril de alta densidad (madera para pulpa), en las sabanas y bosques naturales es <0,5 UA/ha.

El pasto mayormente establecido es el *Brachiaria humidicola* (alrededor de un 90%) y en menor proporción el *Brachiaria decumbens* y *B. brizanta*. Los pastos naturales más frecuentes son: lambedora (*Leersia hexandra*), gamelotillo (*Paspalum plicatulum*) y cortadora (*Scleria pterota*).

La carga animal en los diferentes sistema oscila entre <0,5UA a 1UA/ha, siendo el promedio general <0,5UA. Es importante señalar, el tiempo de pastoreo en cada una de las áreas o sistemas, generalmente es de 45 días, en potreros diferentes.

Se cuentan con cercas de alambre de púa y eléctricas en su mayoría y se establecen cercas móviles para las parcelas de eucalipto en sus primeros meses del ciclo de vida. El ganado bovino pastorea a partir de los 8 meses de la plantación para el control de malezas y plagas; y el ganado bufalino a partir de los 2 años. Por otra parte; en plantaciones mayores de 2 años, se pastorea fundamentalmente en la temporada de lluvias y en la temporada seca en zona de pastizales, sabanas y bosques naturales. Se hace especial énfasis en los límites o cercas perimetrales donde se presume mayor riesgo de incendio forestal para bajar el combustible y prevenir la candela.

Las razas del ganado bovino es mestizo cebú de Brahman, Nelore y Bruserá característico de la ganadería para la producción de carne. Las razas del ganado bufalino es un mentizaje de Murra y Mediterráneo característico para la producción de carne y leche. Ambos rebaños incluyen la cría, levante y engorde. Se ordeñó hasta el año 2013. (Torres, J. G. Septiembre 15, 2015. Com. Personal). Ya todas estas acciones; lo hacen complicado, además de la complejidad que lo caracteriza.

2.3 Antecedentes de la investigación

2.3.1 Tendencias del sector forestal

Las primeras experiencias en el país sobre la producción de materia prima en el área forestal, datan de los años 70; por lo que esta práctica es relativamente reciente;

el cual se le otorgó rango constitucional en el preámbulo de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (MARN y FAO, 2005). Tal como la práctica forestal es reciente; lo es aún más, el desarrollo sustentable en plantaciones.

Por una parte, se le ha impuesto a la actividad forestal establecer plantaciones donde se obtengan productos limitados; por otra, el otorgamiento de concesiones forestales para la explotación tradicional de los bosques naturales. Para el año 1988, se declaró la Norma para el Establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales y de Uso Múltiple, según Decreto 2026 (Venezuela, 1988); este con el objeto de registrar las plantaciones ante el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y normar su posterior aprovechamiento.

Dentro de la política nacional dirigida a la conservación y desarrollo del bosque, se creó el Programa Nacional de Plantaciones Forestales, representado por el sector público; el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y la Compañía Nacional de Reforestación (CONARE). Y empresas forestales en su condición de concesionarios en el sector privado. Todo ello, con el fin de recuperar suelos deteriorados o degradados.

Para el año 2005; se otorgaron recursos forestales (reservas forestales) a comunidades organizadas bajo la figura de Manejo Forestal Comunitario, según Resolución del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales N° 248 de fecha 17-12-05 (Venezuela, 2005). Ante las modalidades descritas, no se han obtenido resultados satisfactorios de los beneficios esperados en el marco de la sustentabilidad.

Según datos de la FAO (2010) en el Informe Nacional GEO Venezuela; para el año 2003, Venezuela ocupaba el segundo lugar en superficie con bosques plantados en América del Sur Tropical. A pesar de disponer de grandes superficies de recursos forestales, no ha logrado definir una estrategia que permita generar un crecimiento económico y beneficios sociales en el sector con mínimo impacto negativo ecológico.

Recientemente en la Ley de Bosques (Venezuela, 2013), hace mención a un conjunto de acciones que deben generarse producto de la gestión forestal donde se

propicie el fomento de plantaciones forestales de uso múltiple y sistemas agroforestales bajo algunos de los principios de la sustentabilidad, integralidad y uso múltiple, corresponsabilidad, desarrollo endógeno y entre otros.

El país cuenta con 525000 ha. de bosques plantados (FAO, 2015) con especies principalmente introducida como pino caribe (*Pinus caribaea*) y eucalipto (*Eucalyptus* sp), entre otras como melina (*Gmelina arborea*) y teca (*Tectona grandis*); y especies autóctonas como: caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), pardillo (*Cordia alliodora*), apamate (*Tabebuia rosea*), entre otras.

Con respecto a la evaluación de la sustentabilidad en bosques plantados no se tienen experiencias previas en el país, tampoco de un modelo de sustentabilidad para bosques plantados de eucalipto.

2.3.2 Postura de autores

Son muchas las opiniones encontradas sobre las plantaciones forestales; y más aún, cuando se trata de una especie introducida como el eucalipto. Las críticas positivas y negativas de estas plantaciones, se basan mayormente en prejuicios o mitos que en fundamentos científicos. Aunque, las actividades de manejo convencional si provocan efectos negativos en los recursos ambientales; no siendo así, necesariamente; bajo un plan de uso, manejo y aprovechamiento bien concebido. A continuación se presentan algunas posturas de autores que han realizado investigaciones al respecto.

En Brasil, una microcuenca plantada de *Eucalyptus* sp, se encontró un balance de nutrientes y calidad del agua muy semejantes a las registradas por un bosque autóctono o nativo en otras partes del mundo (Ranzini, 1990). Así mismo, Lima (1993) demostró que la calidad del agua depende mucho más de la geología, tipo de suelo y al régimen de la precipitación que el tipo de cobertura vegetal.

En referencia a que el eucalipto es una especie introducida, se especula sobre la inhibición del crecimiento de otras especies nativas y de la fauna local ya que no

proporciona el alimento ni el hábitat de la fauna silvestre (Evans, 1992), y que no se pueden asociar cultivos agrícolas con las plantaciones de eucalipto (Lima, 1993). En contraposición; Ceccon, Patto, Barbosa y Andrade (1999) demostraron, que los cultivos de arroz (*Oriza* sp) y frijol (*Vigna* sp) entre las plantaciones producían rendimientos superiores a los promedios de la región (Brasil).

Los sistemas silvopastoriles son utilizados en Brasil para recuperar suelos degradados por el intensivo uso en la agricultura y ganadería. Estos consisten en la integración de actividades agrícolas, forestales y pastoriles (Zambolín, Da Silva y Agnes, 2004).

En los sistemas agroforestales, se manejan relictos de bosque, franjas o corredores ecológicos, lagunas y cursos de aguas, árboles aislados, entre otros usos (Vandermeer, Noordwijk, Anderson, Ong, y Perfecto, 1998). Bajo tal forma de manejo, los ecosistemas y agroecosistemas pueden mantener una alta riqueza de especies de plantas, aves, insectos, mamíferos, reptiles y peces. Al respecto, Bhagwat, Willis, Birks, y Whittaker (2008) estimaron que estos sistemas mantienen en promedio cerca del 60% de las especies en los agroecosistemas.

Otro estudio relacionado con los efectos ambientales de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill. sobre la vegetación y los suelos realizado en el estado Trujillo (Páramo), Venezuela por Paredes (2016), indican que en el bosque natural y en la plantación no hay diferencias significativas en la riqueza de vegetación ni en el índice de biodiversidad de Shanon-Weiver, aunque el resultado fue mayor en el bosque natural. Así mismo la autora realizó análisis sobre el contenido de materia orgánica en el suelo y pH; de igual manera, no hubo diferencia significativa.

Darrow (1993) asevera que con la práctica de la quema; el suelo se acidifica, pierde materia orgánica y humus, y las bases intercambiables y el contenido de los nutrientes se modifica.

Morris, Zengjian, Collopy y Daping (2004) determinaron una alta eficiencia del eucalipto en el uso del agua, superando a otros cultivos como musáceas y cereales;

por ejemplo: para producir 1 Kg de masa aérea de plátanos, la planta necesita consumir 3200 kg de agua; el sorgo: para producir 1 kg de masa aérea, necesita consumir 1000 kg de agua. El eucalipto, para producir 1 kg de madera, requiere consumir 285 kg de agua.

En Cuba, Crespo (2008) señala que los sistemas silvopastoriles conducen a la sustentabilidad de los ecosistemas, el secuestro de carbono del aire y el aumento de la fertilidad de los suelos degradados en las regiones de explotaciones ganaderas extensivas en el trópico de América.

Díaz (2009) y Sánchez (2012), revelan que las plantaciones forestales, utilizan menor cantidad de agrotóxicos que en cultivos anuales y plurianuales como frutales.

Los bosques plantados en la región Entre Ríos, Argentina; Sánchez (2012) señala la existencia de plantaciones de eucaliptos desde hace más de 70 años; y si bien en ciertos lotes de plantaciones se han hecho mal las cosas, no se tienen registros de impacto ambiental negativos de trascendencia.

La FAO (2014) reconoce los bienes y servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques naturales y el establecimiento de plantaciones forestales.

Desde la década de los 60 y en Venezuela desde los años 70, muchos mitos se han transferido al eucalipto como la disminución de agua en el suelo, pérdida de nutrientes en el suelo, efectos alelopáticos en especies vegetales, se aleja o disminuye la fauna silvestre, entre otros mitos. A principio de su reforestación; las primeras experiencias fracasaron, por lo que surgieron afirmaciones en contra de estas plantas. A medida que se fue avanzando en la producción de madera, se fue mejorando la situación; por lo que los resultados del fracaso mencionado anteriormente, se debieron a la falta de conocimientos técnicos y de un plan de manejo cónsono con las condiciones climáticas y especie seleccionada (*Torres, J. G. Julio 01, 2015. Com. Personal*).

Morante y Aranguren (2014) identificaron cómo las plantaciones en combinación con otros sistemas de producción conllevan a la diversidad en su conjunto para

favorecer a los cultivos y al ganado dentro del sistema general; es decir, no se maneja el cultivo de eucalipto como monocultivo, sino que se consideran las modalidades de asociaciones y su vinculación con el entorno, incluyendo las zonas del área de reserva silvestre circundantes.

Analizando las divergencias de estos estudios, se denota esencialmente que: Los bosques plantados o como se le llama tradicionalmente, el manejo convencional bajo el sistema de monocultivo; tienden a producir efectos negativos en el ambiente, principalmente en las propiedades del suelo, reducción de la cantidad de agua disponible en el suelo y la pérdida de nutrientes.

Los pro y contra sobre las posturas de autores detractores y aliados; tal vez se deba, a que fueron llevados a cabo en lugares diferentes, por los que el régimen de precipitación y las características edafológicas de los suelos son particulares de cada región. Las características alelopáticas del eucalipto (como algunas especies específicas, que si las hay), producen efectos negativos en áreas donde el régimen de precipitación es bajo.

Por otra parte, es muy cuestionado; si un bosque plantado de eucalipto es agroecológico o se aplican las técnicas de la agroecología. Detractores dicen que no es agroecológico ya que es una planta exótica y un monocultivo.

En el trabajo de Morante, Aranguren y Bastidas (2016) la visión agroecológica en bosques plantados se focaliza en la necesidad del crecimiento productivo y en optimizar la gestión y aprovechamiento de los subproductos, pero en equilibrio con la conservación de todos los recursos ambientales. Para ello, se elaboró un esquema simplificado del enfoque de sistemas, sobre la aplicación de alternativas de producción experimentadas y probadas en la finca DEFORSA; allí se reconoce la complejidad de los sub-sistemas y del sistema.

En relación a la evaluación de la sustentabilidad en plantaciones forestales, Rivera, Fierros, Vázquez, Gómez, y Velázquez (2008) realizaron en México, la

construcción de criterios e indicadores de sustentabilidad para plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento como el *Eucalyptus* sp a diferentes escalas.

Al respecto, Sarandón et al., (2006) plantean que el problema reside en que no existe una batería de indicadores universales que se utilicen en cualquier situación. Estos deben construirse y adaptarse a cada situación en estudio y conforme a los objetivos que se persiguen.

Nahed (2008) trabajó aspectos metodológicos en la evaluación de la sustentabilidad en sistemas agrosilvopastoriles con ovinos en México y caprinos en España en el que utilizaron nuevos indicadores de evaluación para identificar las limitaciones, potencialidades y debilidades del sistema.

Sobre la base de los estudios y opiniones expuestas en referencia al tema de estudio; se consideraron en función de los diversos análisis, la evaluación de la sustentabilidad y construcción del modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto.

2.4 Los bosques plantados: un manejo forestal sustentable

La Ley de Bosques (Venezuela, 2013), define a los *bosques plantados* como ecosistemas dominados por individuos arbóreos establecidos por acción antrópica en un área igual o superior a media hectárea (0,5 ha) de una o más especie forestales con fines de usos múltiples...

De acuerdo a la concepción del uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados de eucalipto, se define al *manejo forestal sustentable* como todo el conjunto de prácticas basadas en el conocimiento científico o tradicional, asociado al patrimonio forestal. Contempla el desarrollo continuo de un área determinada... con el objeto de mantener la estructura y funciones de los ecosistemas forestales y generar beneficios ambientales, sociales y económicos.

Las *áreas de reserva natural* o de reserva del medio silvestre son porciones de terrenos cuyo objetivo es la conservación del equilibrio ecológico para proteger el patrimonio forestal y la diversidad biológica de la zona.

A estos agroecosistemas, se requiere desarrollar una agricultura que sea económicamente viable, socialmente aceptable, suficientemente productiva, que conserve las bases de los recursos naturales y preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global (Sarandón y Sarandón, 1993).

A partir de ello surge el nuevo enfoque de la agroecología, que es el desarrollo y aplicación de la teoría ecológica para el manejo de sistemas agrícolas, según la disponibilidad de recursos (Altieri, 1999).

A esto se le llama agricultura sustentable:

...es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan (Sarandón et al., 2006).

En los conceptos de Altieri (1999), Sarandón y Sarandón (1993) y Sarandón et al., (2006); dirigen claramente sus definiciones a los sistemas agrícolas y a las necesidades de producir alimentos.

En el caso de las plantaciones forestales; mejor conceptualizado para este estudio, como *bosques plantados*; no es considerado un sistema agrícola, ni su fin principal es producir alimentos; sino un sistema de manejo y aprovechamiento forestal que persigue producir madera para materia prima y elaborar productos y subproductos de utilidad para la humanidad. En el mejor de los casos, se utilizan sistemas alternativos como silvopastoriles, agrosilvopastoril o agroforestal, en el que se incluyen de manera alterna, para la producción de alimentos bajo la premisa de contribuir a la biodiversidad y conservar el ambiente. De igual manera, los bosques plantados manejados bajo la figura del manejo y aprovechamiento constituyen un agroecosistema.

Esta investigación concibe este tipo de agroecosistema desde la perspectiva de la nueva agroecología que está en proceso de construcción en función de lo considerado por León (2009) y Casanova-Pérez et al., (2015).

Es así, como el *Manejo Forestal Sustentable* (MFS) exige que las prácticas aplicadas a los bosques sean ambientalmente responsables, resulten socialmente beneficiosas y económicamente viables “Declaración de los Principios Forestales” (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 1992).

En relación al Desarrollo Sustentable en el informe presentado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo a Naciones Unidas de la Comisión Brundtland lo definió como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades" (Organización de Naciones Unidas [ONU], 1987).

Posteriormente, la ONU (1992), hace una definición más clara:

El manejo y conservación de la base de recursos naturales, y la orientación de los cambios tecnológicos e institucionales, de manera que garantice la satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras, ahora y en el futuro. Este desarrollo sustentable, en los sectores de la agricultura, la silvicultura y la pesca, conserva los recursos de la tierra, el agua, plantas y animales, no degrada el medio ambiente, es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

Esta investigación asume esta última definición y se acoge el término mejor conceptualizado como sustentabilidad.

Arzeno (2004) destaca, que la *sustentabilidad* es una propiedad de todo un sistema y no sólo sus componentes, su medición debe definirse de acuerdo al nivel del sistema que será evaluado, distinguiéndose el nivel nacional, el nivel regional o el nivel de finca y así seleccionar los indicadores específicos para cada caso. Por lo que para el nivel local, es suficiente realizarlo con especialistas en el área; este último, se refiere al caso de estudio.

Adaptando el concepto de la sustentabilidad al contexto del estudio; es desarrollar una agricultura económicamente viable, socialmente aceptable, suficientemente productiva y que conserve los recursos naturales e integridad del ambiente (ONU, 1992).

En virtud del concepto acogido, y dadas las características de la multidimensionalidad de la sustentabilidad, se consideran las tres dimensiones que surgen de la definición: dimensión ecológica, económica y social. A cada dimensión, se le han asignado atributos propios de los sistemas de manejo sustentables los cuales van a permitir entender la capacidad de autorregulación, transformación y producción del agroecosistema.

La *dimensión ecológica* se le asignaron los atributos: resiliencia, estabilidad y adaptabilidad. A la *dimensión económica*: productividad, confiabilidad y autogestión; y a la *dimensión social*: equidad. Estos aspectos se detallan en la Estación V.

En relación al *modelo*, se ha definido como una representación simplificada de la realidad con diagramas que muestran la dinámica de los agroecosistemas y del sistema basada fundamentalmente en la experiencia del uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados en la finca DEFORSA.

2.5 Bases epistemológicas y ontológicas

El basamento teórico se fundamentó en el paradigma de la sustentabilidad desde la concepción del uso, manejo y aprovechamiento del agroecosistema como referente; considerando para el diseño del modelo, la conservación de la biodiversidad e indicadores de sustentabilidad; desde el enfoque del pensamiento complejo de Morín (2001), la complejidad ambiental de Left (2007) y en la dinámica de la espiral de Molina (2012).

Aun cuando se han hecho diversos estudios sobre plantaciones forestales bajo el paradigma positivista o analítico obteniendo resultados sin duda muy valiosos, pero parciales; no se comprende la realidad como una totalidad. Ante esta situación el modelo de sustentabilidad en bosques plantados se aborda desde el enfoque del pensamiento complejo, posición teórica que fundamenta la nueva *agroecología* y su unidad de estudio, el *agroecosistema*.

Altieri y Nicolls (2000), ha definido la agroecología como la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas

sostenibles. En consecuencia, Altieri y Toledo (2011) indican que la complejidad de la agricultura actual se caracteriza por la concordancia de procesos ambientales, económicos, sociales y todos aquellos que se deriven de estos como: tecnológicos, culturales y políticos. Entonces, la unidad de estudio, se ve comprometida a los límites como el agroecosistema.

El bosque plantado de eucalipto es un agroecosistema, un sistema abierto; en el que se hace necesario explicar la importancia de las áreas circundantes como los bosques naturales, lagunas, entre otros componentes como la ganadería y la fauna silvestre; y analizar el funcionamiento que influyen en la dinámica del sistema. Pero esto no es suficiente, hay que comprender el comportamiento del mercado externo o clientes (consumidores) y las políticas externas cambiantes, entre otros.

Estos aspectos influyen en el qué se producirá, cuándo y cuánto producir. Lo que significa, que el límite del agroecosistema desde los factores sociales, económicos o ecológicos son difusos, no quedan claros (León, 2009).

Desde esta perspectiva, la autora se acoge al “Enfoque del pensamiento complejo en el agroecosistema” de Casanova-Pérez et al., (2015), la cual considera a la nueva agroecología en proceso de construcción.

De acuerdo a los razonamientos que se han venido realizando, la investigadora se ve obligada a pensar, qué debe considerar dentro del agroecosistema y qué elementos considerar del entorno. Por tanto, el límite de la unidad de estudio en los bosques plantados de eucalipto, lo elegirá la investigadora considerando los componentes con relaciones e interacciones más significativas. Evidentemente, esta postura conlleva a transitar por el pensamiento complejo y reflexivo.

Considerando los aportes de Edgar Morín y Enrique Leff; el enfoque sistémico y complejidad ambiental constituyen un instrumento que permite hacer un análisis integral de los problemas ambientales y establece un medio metodológico para el estudio de las dependencias e interacciones integrales. Se dirige a conocer los mecanismos de integración de los sistemas, que componen unidades integradas,

formado por elementos interactuantes. Al mismo tiempo, considera que cada sistema constituye un elemento, de un sistema más grande o jerárquico (Morín, 2001 y Leff, 2007).

Dicho enfoque sistémico y complejidad ambiental, es de utilidad en el estudio de los fenómenos complejos. Por ello; en esta investigación, se asume este enfoque al abordar el desafío que implica la construcción de un modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto, desde la concepción del manejo de un agroecosistema.

Este enfoque holístico permitió transitar por los enunciados de la nueva ciencia, en donde se produjeron momentos para internalizar y trascender en el pensar y actuar desde la postura de Bohm (2002).

En este momento, se relaciona la temática ambiental del estudio, con el Desarrollo Sustentable; mejor conceptualizado como sustentabilidad. A partir de esta realidad; basado en el principio hologramático de Morin (2001); se construyó una espiral dinámica (Adaptado de Molina, 2012) que configuró la holarquía y donde cada nivel de la espiral está contenido en el siguiente y así sucesivamente.



Figura 12. Dinámica espiral de la temática abordada en la Tesis Doctoral.
Fuente: Adaptado de Molina (2012).

En la figura 12, la holarquía está formada por holones interrelacionados en partes inclusivas que se convierten en totalidades y que a su vez forman parte de otras

totalidades y así sucesivamente. El bosque plantado de eucalipto que se centra en el estudio del todo desde las partes y de las partes desde el todo, la temática inclusiva que contiene las totalidades/partes la constituye la *sustentabilidad* construida desde la integración del bosque plantado de eucalipto, pasando por el estudio de los agroecosistemas e indicadores hasta el fin último y controversial, la sustentabilidad enmarcada en el modelo que se plantea diseñar.

Al respecto, el paradigma de la *sustentabilidad* debe responder a un conjunto de factores económicos, sociales y ecológicos simultáneamente; y que en proyectos de desarrollo a gran escala como en la agricultura o plantaciones forestales comerciales es difícil converger en los tres factores. Este, es desde luego, un tema muy debatido a nivel mundial, pero es la única alternativa viable para lograr dejarles un mundo mejor, a las generaciones futuras.

Afortunadamente, desde la presentación del informe “Nuestro Futuro Común” presentado en 1987, el concepto de la sustentabilidad se ha transformado en una definición más integral relacionada a la calidad de vida del ser humano y a la conservación del ambiente.

Cabe agregar, en función de la integralidad transformadora de la sustentabilidad en los últimos tiempo; la conservación de la biodiversidad, en el marco jurídico y cambio climático (Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas [CATIE], 2012).

La *conservación de la biodiversidad* en el agroecosistema del bosque plantado de eucalipto y su implicada visión ecológica integral de todo el sistema, proporciona propiedades emergentes del agroecosistema según su manejo que por el efecto específico de prácticas agronómicas aisladas (León, 2014). De acuerdo, a esta concepción, la agroecología desde su visión ecosistémica tiene cabida en el modelo del bosque plantado.

En referencia a los *indicadores de sustentabilidad* para el manejo de bosques plantados se fundamentó en los criterios e indicadores promovidos por el Centro

Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas (Adaptado de Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas [CATIE], 2012), Sarandón (2002) y Centro Internacional de Investigaciones forestales ([CIFOR], 1996) desde el enfoque holístico y sistémico. El desarrollo de este aparte, se amplió en la Estación V.

2.6 Marco legal

La documentación legal que fundamenta esta investigación se basa en la Constitución, leyes, planes y estrategias. A continuación se mencionan los escritos que se relacionan directamente con el estudio.

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela ([CRBV], Venezuela 1999), expresa en su artículo 127 que “...El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica...”

La Ley Orgánica del Ambiente ([LOA], Venezuela 2006) en su artículo 45 trata sobre “el manejo, la conservación de los ecosistemas y sus funciones, los recursos naturales y de la diversidad biológica, para garantizar su permanencia... y su contribución para el desarrollo sustentable”.

En concordancia con la LOA; la Ley de Gestión de la Diversidad Biológica ([LGDB], Venezuela 2008) en su artículo 23 incita a promover la promoción de la investigación y planes de manejo para la conservación de la Diversidad Biológica y establecer los indicadores y criterios técnicos de sustentabilidad.

Y en su artículo 68, refiere a los métodos agrosilvopastoriles, la utilización de productos secundarios de los bosques y demás tecnologías alternas que propendan al uso sustentable de los recursos biológicos.

En el artículo 4, literal 9, de la misma Ley; destaca “La promoción de educación ambiental y la divulgación para incentivar la participación ciudadana con relación a la conservación y uso sustentable de la Diversidad Biológica”.

La Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica ([ENCDB], MPPA 2010) tiene como objetivo estratégico garantizar la conservación del hábitat y los ecosistemas, especialmente del bosque seco tropical, bosques de galería y humedales. Así mismo plantea impulsar un modelo de desarrollo alternativo fundamentado en la sustentabilidad ecológica, social, política para abordar la situación actual de la pérdida de biodiversidad.

El Plan Nacional de Desarrollo del Sector Forestal [MPD (2003, Julio)], establece las políticas, estrategias y acciones en materia forestal para promover la detención de los procesos de deterioro y destrucción de los recursos forestales, entre otros aspectos; en función del desarrollo sustentable.

El Plan de Ordenación del Territorio del estado Cojedes ([POTEC], Venezuela 2011), indica “promover el aprovechamiento forestal sustentable del estado Cojedes” así como la integración de los procesos productivos forestales a nivel regional y local, y las prácticas de agroforestería. Señala como estrategia el fomento de los bosques naturales y plantados para la protección y aprovechamientos fuera y dentro de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE).

La Ley de Bosques ([LB], Venezuela 2013), en sus artículos 6, orienta el desarrollo forestal del país de acuerdo a la Política Nacional Forestal; artículo 8 (Gestión forestal sustentable), artículo 51 (Manejo forestal sustentable) y el artículo 58 refiere el establecimiento, manejo y aprovechamiento de bosques plantados y sistemas agroforestales.

En esta documentación legal, se ubican las disposiciones reglamentarias y lineamientos de políticas de estado, que sirvieron de marco y de referencia al presente estudio; y muy especialmente, en el diseño del modelo y en la construcción de indicadores para evaluar la sustentabilidad de la finca DEFORSA.

2.7 Aproximación a los aportes de la Tesis Doctoral

La relación entre los bosques plantados y la sustentabilidad, han sido temas de discusiones muy cuestionadas, y la producción de estos, es contraria al paradigma de

la sustentabilidad. De hecho, es probable que así sea; entonces, desde un enfoque realista habría que preguntarse ¿Podría darse marcha atrás, a las zonas ya deterioradas, incluso degradadas a causa de la deforestación, quema e incendios forestales o por empleo de tecnología duras? ¿Podría darse marcha atrás, a los bosques plantados ya establecidos?

La respuesta a las interrogantes, probablemente sería negativa; o sea, no hay marcha atrás. Entonces, el reto sería trabajar en transitar “en vías hacia la sustentabilidad”, lo que posiblemente ahora no lo sea.

En el marco de este contexto, el paradigma de la sustentabilidad en bosques plantados se aborda desde la premisa de: ¿Cómo compatibilizar la producción con la conservación del ambiente? y ¿Cómo saber que un recurso forestal, que para el caso de estudio, sería la madera para pulpa principalmente; está siendo explotado o aprovechado?

En referencia a la primera interrogante: La conservación de la biodiversidad no sólo debe ser objetivo de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) sino de todas aquellas áreas de uso productivo. Los bosques plantados proveen de hábitat a un amplio rango de especies silvestres que permiten una capacidad productiva a futuro e impacta positivamente en el funcionamiento de los ecosistemas, agroecosistemas y eco-regiones a mediano o largo plazo.

Para conservar la biodiversidad se requiere aplicar estrategias consecuentes con el objetivo; esto no es más, que las prácticas de manejo; o mejor dicho, la gestión forestal en la finca y en la región. Las distintas estrategias precisan aplicarse a dos escalas según los requerimientos de la especie. Por ejemplo: el bosque plantado a escala de rodal, deben aplicarse prácticas que mejoren la calidad del hábitat; ¿cómo? manteniendo la cobertura vegetal en el suelo con diversidad del estrato de plantas herbáceas y pequeños arbustos entre la plantación, por lo que la densidad de plantas debe permitir la entrada de luz y pueda entonces; formarse esta vegetación, teniendo especial cuidado en los sistemas silvopastoriles y no sobrepastorear en la plantación.

A escala de paisaje, debe promoverse estructuras que permitan el movimiento de los animales. En este sentido es conveniente generar corredores ecológicos entre las parcelas de bosques plantados y de los bosques naturales.

Lo expuesto, podría ser una herramienta útil para promover prácticas de manejo y diseños de paisaje que permitan compatibilizar la producción forestal con la conservación de la fauna silvestre.

En relación a la segunda interrogante; cuando se habla de explotación; se está refiriendo a la extracción de ese producto, que en el caso del bosque plantado; es la extracción de madera. Se observa que, el aspecto económico prevalece en el sistema por encima de lo ecológico y social.

Es evidente, que cuando se explota un producto, a corto plazo económicamente es rentable; pero a largo plazo, ecológicamente es insustentable. Esta acción conllevaría en poco tiempo, a decrecer en rentabilidad; debido a que deben emplearse más fertilizantes por la pérdida de nutrientes en el suelo; aplicarse más plaguicidas por ataques severos de plagas y resistencia a estos, entre otros. Por lo que el recurso suelo se deteriora, la mesofauna y fauna silvestre es afectada severamente; y socialmente, también afectaría a los seres humanos consumiendo agua de poca calidad y un aire con impurezas, entre otros.

Cuando se trata del aprovechamiento, se refiere a la utilización de técnicas más amigable con el ambiente y de aplicar estrategias de un plan de manejo donde haya lugar a optimizar la gestión forestal y del aprovechamiento de los subproductos, en equilibrio con la conservación de los recursos ambientales. Es decir, se trata de sostener y de asegurar su continuidad; y una vez iniciado el desarrollo, se busca mantener e incluso incrementar.

La madera para carbón o estantillos por ejemplo, es preferible que se aproveche del bosque plantado y no del bosque natural.

ESTACIÓN III

EL CAMINO TRANSITADO: LOS MÉTODOS

3.1 Unidad de estudio: espacio y temporalidad

La unidad de estudio se ubica en América del Sur; en los llanos centrales altos de Venezuela, en el estado Cojedes; entre los municipios Ezequiel Zamora (antiguo municipio San Carlos), Tinaco y Rómulo Gallegos; específicamente en la finca Desarrollos Forestales San Carlos II (DEFORSA II), a 13 Km al sur de la ciudad de San Carlos, en la vía que conduce al sector El Totumo. Se delimita por los puntos extremos de coordenadas UTM: 557645,292 E - 1062331,36 N, 548646,213 E - 1052049,517 N, 562835,551 E - 1056035,951 N y 545528,11 E - 1053312,546 N con una superficie de 10742 ha. La temporalidad del estudio corresponde al período 2013 - 2016.



Figura 13. Unidad de estudio y su representación nacional, estatal y municipal.

3.2 Descripción físico natural

La finca DEFORSA II, está conformado por agroecosistemas de bosques plantados, bosque natural, sabanas y cuerpos de agua; ocupando una superficie total de 10742 ha.

El bosque plantado lo constituye el eucalipto y otras especies en pequeña proporción de acacia y teca. El bosque natural está representado por relictos de bosques y galeras. Las galeras bordean todo el sur de la finca y una pequeña prolongación atraviesa el centro. Estos relictos de bosques y galeras representan corredores ecológicos naturales. Las sabanas arboladas se encuentran dispersas en toda la finca, encontrándose pequeños parches sin vegetación. Los cuerpos de agua los constituyen el conjunto de lagunas naturales y artificiales, así como el Río Orupe y la Quebrada La Yaguara (cursos intermitentes).

El relieve es plano mayormente. Las pendientes oscilan entre 1% a 3%; al sur llegan alcanzar hasta el 10%. La altitud comprende desde 110 hasta los 150 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar).

Los suelos van desde la clase III hasta la VII, siendo las más predominantes las clases III, IV y V de acuerdo a la clasificación de Strebin y Larreal (1989). Estas clases de suelos presentan restricciones en cuanto a fertilidad, drenaje y erosión. Los suelos son poco profundos, muy pobres en nutrientes, ácidos y de textura de media a arcillosa (Registros de análisis químicos realizados en la Universidad Central de Venezuela - Maracay, en los archivos de la finca).

La temperatura oscila entre 27 a 32°C (Paredes, 2009); la evaporación de 1807 mm/año (Estación pluviométrica de la UNELLEZ del año 2008. Dato extraído de la dirección Estatal Cojedes), y una precipitación anual de 1361 mm/año (Cálculos propios con datos procedentes de las estaciones pluviométricas procesada desde 1997 – 2016). Existen 7 estaciones pluviométricas bien distribuidas. En la figura 14 se identifican las estaciones pluviométricas y su distribución.

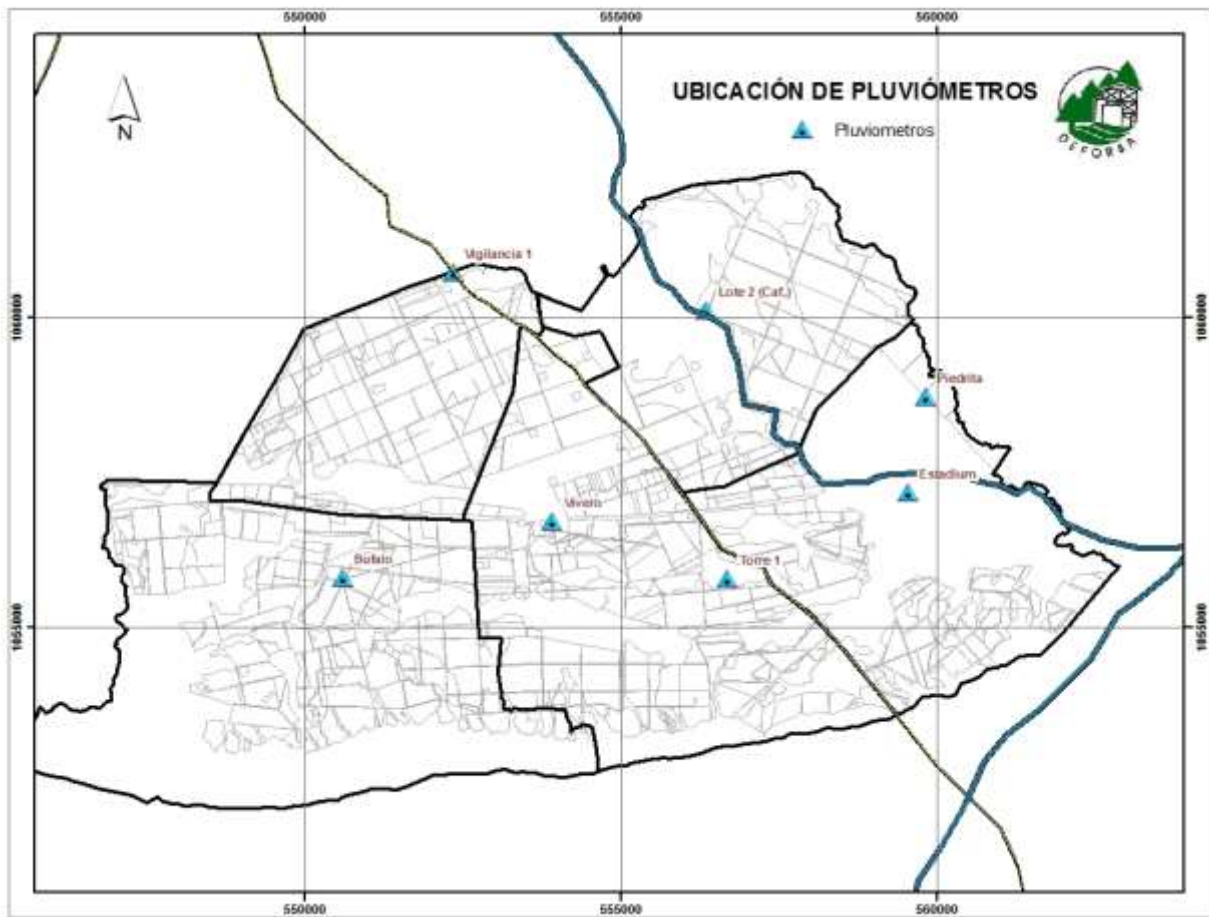


Figura 14. Distribución de las estaciones pluviométricas en la finca.

En el gráfico de la figura 15, se evidencian los años más lluviosos: 1998, 1999, 2004, 2011 y 2012; y los años con períodos de sequía más acentuada: 2001, 2009 y 2014; los dos últimos han sido los de menor precipitación.

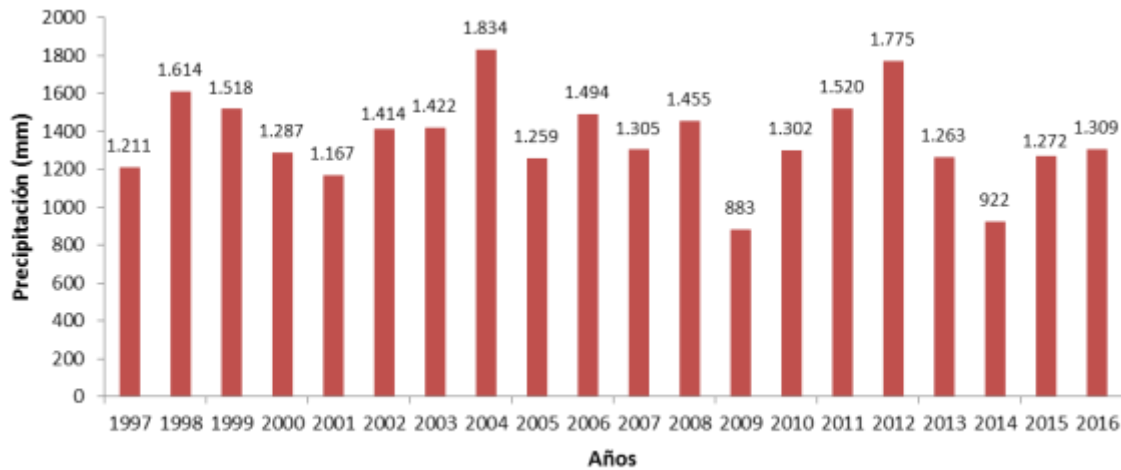


Figura 15. Precipitación promedio anual. Período 1997 -2016.
Fuente: Cálculos propios con datos de la finca ya procesados.

En el gráfico de la figura 16, se determina claramente la temporada de lluvias comprendida entre mediados del mes de abril hasta mediados del mes de octubre y la temporada seca a mediados del mes de octubre hasta mediados del mes de abril; siendo los meses de mayo, junio, julio y agosto muy lluviosos, y los meses del período seco: diciembre, enero, febrero y marzo. Por lo que durante el año la temporada de lluvias dura 6 meses, siendo el mes más lluvioso julio, y la temporada seca dura 6 meses; los meses más secos son enero y febrero.

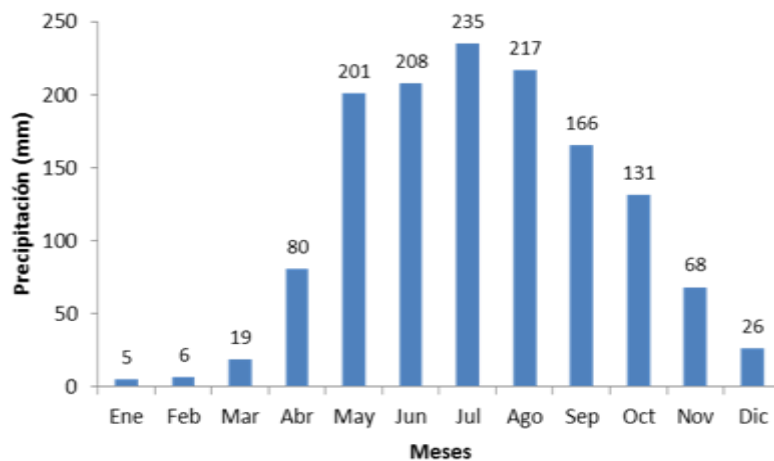


Figura 16. Precipitación promediada mensualmente. Período 1997 - 2016.
Fuente: Cálculos propios con datos de la finca ya procesados.

En la Estación IV, se presenta la caracterización de la zona de estudio, especificando aspectos referidos al relieve, pendiente, agroecosistemas o unidades silvopastoriles, agricultura, pastos, sabanas, red hidrográfica y cuerpos de agua, área de reserva del medio silvestre, suelos y otros usos.

3.3 Método de investigación

En el camino transitado; la metodología y los procedimientos se fueron construyendo; aplicando los *principios del pensamiento complejo* (Morín, 2001) y de *complejidad ambiental* (Left, 2007).

De acuerdo a los planteamientos y objetivos de la investigación; la ubicación paradigmática de la tesis doctoral se basó en el *método mixto*: cuantitativo - cualitativo (Hernández, Fernández y Batista, 2010); en el que se integra el enfoque de la ponderación cuantitativa y la apreciación cualitativa (Bericat, 1998 y Martínez, 2014); apoyándose en el enfoque integral espectral desde los 4 cuadrantes de Wilber (2007).

Se contó con el aval institucional de la UNELLEZ, en la línea de investigación “Desarrollo sustentable”. Con el Laboratorio de Ecología Humana y Social (LEHS), del Centro de Investigaciones en Ciencias Naturales Manuel Ángel González Sponga (CICNAT) de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL - IPC), en la línea de investigación “Educación para la promoción de medios y estilos de vida sustentable” y con el apoyo del Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT) adscrito al Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (IDECYT) de la Universidad Nacional Experimental “Simón Rodríguez” (UNESR, estado Miranda).

Así mismo se realizó la recolección de datos y de información en la finca Desarrollos Forestales San Carlos II (DEFORSA II) en el estado Cojedes, con el apoyo de la Fundación Científica *Ara macao*, el Grupo de Estudios Ecológicos “El Drago” y el Grupo de Creación Intelectual de Desarrollo Sustentable.

En este transitar de la investigación, se evidencian las relaciones e interacciones interinstitucionales (figura 17) del equipo de trabajo conformado por la participante-investigadora, el tutor académico y la co-tutora de pasantías; todos vinculados con asesores, investigadores y colaboradores de las instituciones, centros de investigación y la finca. Entre todos aportaron ideas, informaciones y opiniones que propiciaron la confrontación al tema objeto de estudio; a partir de allí, se generó un cúmulo de discusiones, y así concluir en resultados cercanos a la realidad.

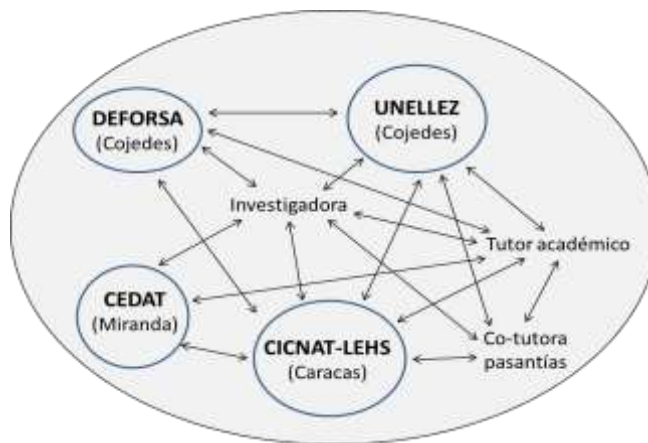


Figura 17. Relaciones rizomáticas del equipo de trabajo.

El método mixto; implica la recolección, análisis e integración sistemática de datos cuantitativos e información cualitativa. Fundamentado en Fernández et al. (2010), queda claro; que en los métodos mixtos se combinan los enfoques cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio; centrándose más en uno de éstos, o dándole el mismo “peso”; que para el caso de estudio, la preponderancia es cuantitativa; es decir, *puramente cuantitativo y cuantitativo mixto (cuantitativo - cualitativo)*. Esto indica el grado de combinación del método mixto.

En este estudio, los datos y la información se obtuvieron mediante la observación directa, recopilación y análisis bibliográfico, conversatorios, talleres con informantes clave y una combinación de ellos. Entre los instrumentos utilizados: planillas de registros, diario de campo, Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS), cámara

fotográfica y libreta de anotaciones. Y tanto el análisis de datos como su validez, se trabajó de manera independiente para ambos enfoques.

La estadística descriptiva y procesamiento de imagen satelital en Sistema de Información Geográfica (SIG), fue el análisis de datos para el método cuantitativo; y la interpretación de la integración de los datos producto de los conversatorios, talleres con informantes clave y opiniones de los participantes fue el análisis del método mixto.

La validez del enfoque cuantitativo se realizó con chequeo de campo y chequeo con informantes clave. Para el enfoque mixto fue el chequeo con informantes clave, opiniones de los participantes y expertos internos y externos.

Siguiendo con los basamentos de Fernández et al. (2010), el diseño es *transformativo secuencial*; este incluye dos etapas de recolección de datos, donde se le otorgó mayor ponderación al enfoque cuantitativo. Dicho enfoque tiene como propósito central servir a la perspectiva teórica del investigador y en ambas etapas fueron consideradas las opiniones de todos los participantes. Desde esta perspectiva, el marco conceptual fundamentado en el paradigma de la sustentabilidad y en el manejo forestal sustentable fue más importante para orientar la investigación que el propio método.

El fundamento filosófico de éste método fue el *pragmatismo* en el que tiene cabida ambos enfoques y sugiere usar el método más apropiado para abordar una situación específica como el modelo de sustentabilidad para bosques plantados de eucalipto. Su uso se justifica: porque un método complementa al otro, se trata de una visión más comprensiva (*complementación*); porque se basa en la integración de los métodos o procesos más holísticos (*amplitud*); porque se realizan preguntas de indagación que responden a diferentes interrogantes de la investigación (*multiplicidad*); porque los resultados de un método ayudan a entender los resultados del otro (*explicación*); porque los procedimientos y resultados son más fidedignos ya

que se extraen las fortalezas de cada método (*credibilidad*); y porque se logra una mayor variedad de perspectivas para analizar los datos obtenidos (*diversidad*).

Continuando con la temática combinada del método utilizado, se confirmó con el apoyo del enfoque integral espectral. Este es una guía epistemológica y metodológica para el investigador observador desde el proceder holárquico e integral de la dinámica espiral. Este enfoque consiste en explicar las cosas o fenómenos en forma integral visto desde los cuatros cuadrantes que interrelacionan lo objetivo con lo subjetivo, con el individuo y el colectivo (Wilber, 2007). En la figura 18, se presenta la característica de este enfoque.



Figura 18. Enfoque integral espectral.

Fuente: Adaptado de Wilber (2007).

En la figura se explica de manera particular, cómo se fusiona el método cuantitativo y cualitativo; y más allá del conocimiento integrador, holístico y hasta transdisciplinario.

Por ejemplo: en el cuadrante I, **Objetividad (ello)**; se produce un *conocimiento lineal y objetivo*; y fundamentalmente el investigador participa de forma individual

con datos de la realidad o de ellos (finca). Aquí tuvo lugar, la caracterización de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento de los bosques plantados de eucalipto en la finca DEFORSA.

En el cuadrante II, **Subjetividad (yo)**: se produce el conocimiento relacional y dialógico (*conocimiento subjetivo*); es una realidad construida desde la subjetividad, percepción, interacción sujeto-objeto. Aquí tuvo lugar, el desarrollo de la metodología para evaluar la sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto a partir de un sistema de indicadores.

El cuadrante III, **Intersubjetividad (nosotros)**; se produce el *conocimiento rizomático* generado en red de relaciones a través de sistemas y subsistemas. Son consideradas las teorías y paradigmas. El conocimiento es integrador y participan todos los informantes clave, investigadores y expertos externos. Aquí tuvo lugar; la construcción de indicadores y sub-indicadores para evaluar la sustentabilidad en su primera fase y la validación del modelo de sustentabilidad a nivel de expertos, con base a la experiencia de la finca DEFORSA.

En el IV cuadrante, **Interobjetividad (ellos)**, es el modo de observar la realidad, se genera el *conocimiento holístico*. Se evidencia la transdisciplinariedad. Aquí tuvo lugar, la evaluación de la sustentabilidad de la unidad de estudio a partir de un sistema de indicadores; y el diseño del modelo.

En función del enfoque integral de la investigación y su abordaje, se considera haber dado un salto cuántico. A partir de allí, se generó el procedimiento metodológico que constó de 4 fases.

3.4 Fases de la investigación

Esta investigación se realizó en 4 fases; la primera fue dependiente de la segunda; esta de la tercera, hasta poder ejecutar la cuarta fase. Habiendo cumplido con todas las fases, se logró la integración de todos los resultados y análisis; y construir el modelo, alcanzando finalmente el objetivo general planteado.

La **Fase I** (descrita ampliamente en la Estación IV); consistió en la caracterización de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento de los bosques plantados de eucalipto en la finca DEFORSA. Esta fase constó; a su vez de 2 etapas que se realizaron paralelamente. La primera etapa consistió en la identificación de las unidades, y la segunda etapa; en la determinación de la riqueza de familias y especies de la fauna silvestre. La técnica utilizada en la recolección de los datos fue la observación directa, recopilación y análisis documental. En esta fase se vislumbra el enfoque cuantitativo.

En la **Fase II** (descrita en la Estación V); se realizó la evaluación de la sustentabilidad haciendo una comparación temporal para el año 2000 y otra para el año 2014, con la finalidad de determinar el valor de la sustentabilidad en épocas diferentes y realizar análisis respectivos.

Esta fase se realizó en dos etapas consecutivas: la primera etapa; consistió en la construcción de puntos críticos y categorías; y de esto, los indicadores y sub-indicadores. A medida que se fueron construyendo los indicadores y sub-indicadores se iba validando la información. Finalmente los indicadores que contienen los sub-indicadores se validaron en consenso con los informantes clave y un observador externo. La segunda etapa; dependiente de la primera, se refirió a la evaluación de la sustentabilidad del bosque plantado en dos época: año 2000 (tiempo pasado) y año: 2014 (situación actual). Las técnicas utilizadas en el abordaje de la información fueron: recopilación y análisis documental, conversatorios, talleres con informantes clave, consideración de las opiniones de los participantes y una combinación de estos. El análisis multicriterio fue el utilizado para la segunda etapa.

La **fase III**; consistió en el diseño del modelo basado en un marco conceptual y metodológico; pasando por tres niveles de modelización; claramente descrito en la Estación VI. Las técnicas utilizadas en esta fase fueron: recopilación y análisis documental, conversatorios, talleres con informantes clave y una combinación de estos. Y la **fase IV** en la validación del modelo por expertos externos e internos (descrita en la Estación VII).

En la tabla 3, se discrimina el método mixto a modo de síntesis; donde las técnicas de recolección de datos y su análisis; son representativas del método acogido, cuyos resultados son vinculados y conectados analíticamente. En el reporte conclusivo y el aporte de esta investigación se integraron los resultados para una mejor comprensión del objeto de estudio.

Tabla 3. Método mixto y su aplicación en el estudio.

Actividad	Técnica de recolección de datos	Análisis de datos	Enfoque integral espectral	Método
Caracterización de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento de los bosques plantados de eucalipto en la finca DEFORSA (Fase I).	Observación directa. Recopilación y análisis documental. Taller.	Estadística descriptiva y procesamiento de imagen satelital en SIG.	Objetividad	Método cuantitativo
Desarrollo de la metodología para evaluar la sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto a partir de un sistema de indicadores (Fase II).	Recopilación y análisis documental, Conversatorios, talleres con informantes clave, consideración de las opiniones de los participantes y una combinación de estos.	Interpretación de la integración de los datos.	Sujetividad	Método mixto - cualitativo
Construcción de indicadores y sub-indicadores para evaluar la sustentabilidad en su primera fase. Validación del modelo de sustentabilidad a nivel de expertos para el manejo y aprovechamiento de bosques plantados de eucalipto, con base a la experiencia de la finca DEFORSA (Fase IV)	Recopilación y análisis documental, Conversatorios. Talleres con informantes clave, consideración de las opiniones de los participantes y una combinación de estos.	Interpretación de la integración de los datos.	Intersujetividad	Método mixto
Valoración del Nivel de Importancia de los indicadores (Fase II). Diseño del modelo (Fase III). Evaluación de la sustentabilidad a partir de un sistema de indicadores (Fase III).	Recopilación y análisis documental, Conversatorios. Talleres con informantes clave, consideración de las opiniones de los participantes y una combinación de estos.	Análisis multicriterio. Interpretación de la integración de los datos.	Interobjetividad	Método mixto - cuantitativo

ESTACIÓN IV

CARACTERIZANDO LAS UNIDADES DE MANEJO DE BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO Y RESERVAS NATURALES

4.1 Introducción a la caracterización

En el bosque plantado y áreas naturales de la finca DEFORSA, se creó un sistema de unidades para su caracterización. La unidad es considerada como el área del territorio con características propias y homogéneas conformadas por elementos bióticos: flora y fauna; y elementos abióticos: cuerpos de agua, relieve y suelo (Berroterán, 1988; y Gallina, Hernández, Delfín y González, 2009).

En este contexto se trata del uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado de eucalipto (Clones obtenidos de híbridos entre *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) desde una visión agroecológica, en función de la experiencia de la finca.

Para caracterizar las unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado y del área de reserva del medio silvestre, previamente se identificaron las unidades de acuerdo a su uso, con la finalidad de obtener la base de datos primarios para proseguir la investigación vinculada a la construcción de indicadores, evaluación de la sustentabilidad en bosques plantados desde el enfoque de sistemas y diseño del modelo.

Adicionalmente para complementar la investigación, se realizó estudio sobre la presencia de especies de aves y mamíferos principalmente. La presencia de reptiles y anfibios se apoyó con los trabajos realizados por González-Fernández (2010).

Al respecto, se generaron 21 mapas que se observan en los anexos – mapa (Mapa 1 al 21). Así como tablas y gráficos sobre la presencia de fauna silvestre. A continuación se describe el procedimiento metodológico.

4.2 Procedimiento metodológico de la caracterización

Para identificar las unidades se utilizó el criterio de uso, manejo y aprovechamiento ordenado y planificado de los recursos ambientales para promover alternativas de producción compatibles con la conservación del ambiente y disminuir o revertir los procesos de deterioro ambiental de todo el sistema.

Una vez identificadas las unidades de acuerdo al criterio anterior, se procedió a realizar recorridos de campo en la finca donde se tomaron puntos UTM (Universal Transverse Mercator) con GPS Garmín Venture Hc (Sistema de Posicionamiento Geográfico). El sistema de referencia empleado fue el WGS_84_UTM_zone_19N.

La imagen satelital utilizada fue proporcionada por la finca DEFORSA, que a su vez fue adquirida en el Laboratorio de Procesamiento de Imágenes Satelitales (LPAIS). Constituye una imagen multiespectral obtenida por la constelación de satélites RapidEye, de fecha febrero-2012. El número de bandas es de cinco y sus rangos espectrales corresponden a: azul (0,440- 0,510 μm), verde (0,520- 0,590 μm), rojo (0,630- 0,685 μm), borde del rojo (0,690- 0,730 μm) e infrarojo cercano (0,760 - 0,859 μm). El tamaño del pixel es de 5m x 5 m, orto-rectificada y lista para ser incorporado en cualquier Sistema de Información Geográfica (SIG). La data de los puntos UTM fueron transferidos a la imagen referida procesada en SIG, específicamente ARCGIS, versión 10. A continuación se especifican dos procedimientos:

- 1) En mapa procesado por el Departamento de Investigación Forestal y Vivero de la finca (levantamiento de parcelas y caminos) se emigró la data a la imagen satelital, donde se identificaron las unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado.

Para las unidades de uso, manejo y aprovechamiento correspondientes a los sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoril, pastizal y agricultura: una interpretación visual de forma manual con chequeo de campo. Una vez identificadas las unidades en

la imagen de satélite, se validó con los conocedores del sitio con taller práctico. Finalmente se verificaron todas las unidades en campo directamente.

2) Para las unidades de uso, manejo y aprovechamiento correspondiente a la cobertura vegetal del área de reserva del medio silvestre se aplicó una clasificación supervisada con el programa Arcgis, previo toma de puntos UTM; utilizando una combinación de bandas 3 (infra-rojo cercano), 4 (infra-rojo medio) y 2 (rojo).

Se delimitó el área de reserva del medio silvestre con la elaboración de polígonos; en estos se incluyeron bosques, sabanas, galeras y lagunas. Una vez seleccionado el shapefile (corte de la imagen de satélite) se realizó la clasificación supervisada sólo para las áreas de reservas naturales.

Obtenido el resultado de la clasificación supervisada; sólo de las áreas de reserva del medio silvestre; se procedió a corroborar exhaustivamente en campo las unidades de Bosque medio denso, Bosque medido medio denso, Bosque bajo denso y Bosque bajo ralo. La clasificación del bosque se basó en Carrero (1998) con modificaciones.

Por último, se determinó la confiabilidad de forma manual tomando 70 puntos UTM en campo y comparando si coincidía con los resultados del programa Arcgis 10. La confiabilidad obtenida fue de 0,97. Este alto valor se debe probablemente a la uniformidad de las áreas estudiadas, a la accesibilidad en todos los sitios y al tamaño de la unidad estudiada. Adicionalmente, se validó la información con los conocedores y técnicos de campo de la finca.

4.3 Generación de mapas y análisis de datos e información

Se construyeron los mapas de relieve, pendiente y los mapas representativos de forma disgregada y total para cada unidad; también se muestran los mapas correspondientes a la cobertura vegetal del área de reserva del medio silvestre, manejo de potreros, capacidad de uso del suelo y tipos de suelos y su caracterización.

4.3.1 Relieve

La configuración del relieve se determinó por un producto vectorial de todo el estado Cojedes provisto por la Dirección Estatal Cojedes del Ministerio del Poder

Popular para el Ambiente. Este se procesó en el programa Arcgis con las hojas 6544-IV-NO, 6544-IV-SO, 6444-I-NE y 6444-I-SE. El relieve es la forma irregular de la superficie terrestre, especialmente de lo que sobresale de una superficie plana; este a su vez, se asocia a la altitud, cuyo punto de referencia es el “cero” metro sobre el nivel del mar (0 m.s.n.m.) (Anexos: Mapa 1: mapa de relieve).

En la tabla 4, se hace referencia a las cotas (m.s.n.m.) del área de estudio a través de un mapa de curvas de nivel y su expresión en porcentaje (figura 19).

Tabla 4. Cotas del área de estudio.

Cota (m.s.n.m)	Área (ha)	Porcentaje (%)
110 - 120	6169,79	57,62
120 - 130	3169,37	29,38
130 - 140	450,68	4,18
140 - 150	172,93	1,60
150 - 160	125,28	1,16
160 - 170	99,89	0,93
170 - 180	100,62	0,93
180 - 190	79,67	0,74
190 - 200	77,6	0,72
200 - 210	73,58	0,68
210 - 220	68,8	0,64
220 - 230	59,82	0,55
230 - 240	57,44	0,53
240-250	36,53	0,34
TOTAL	10742,00	100,00

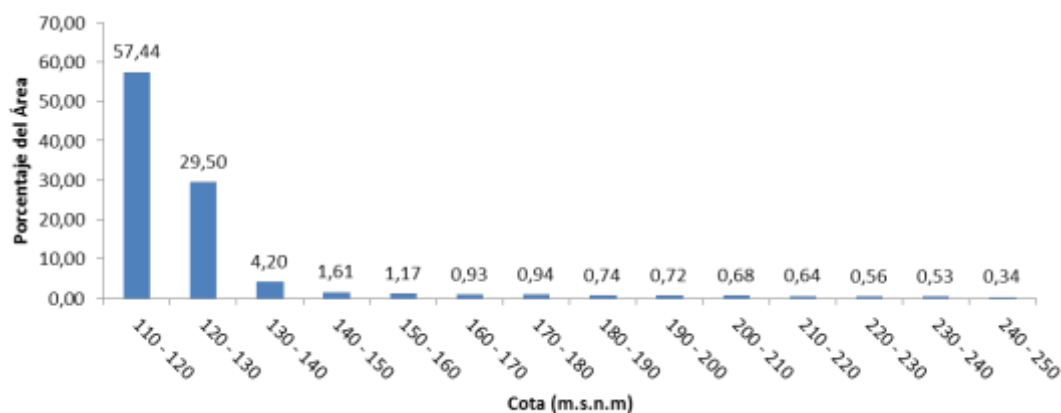


Figura 19. Cotas del área de estudio expresadas en porcentaje.

El mapa de relieve (Anexo: Mapa 1) indica una cota mínima de 110 m.s.n.m. y una cota máxima de 240 m.s.n.m. La diferenciación entre la cota mínima y la cota máxima es de 130 m. El 87% de la superficie (9338,16 ha) se encuentra entre la cota 110 – 130 m.s.n.m.

4.3.2 Pendiente

La pendiente determina el grado de inclinación del terreno; a mayor inclinación, mayor valor de pendiente; esta se expresa en porcentaje (tabla 5, figura 20).

Tabla 5. Pendiente del área de estudio.

Pendiente	Área (ha)	Porcentaje del Área	Observación
0 - 1%	7435,22	69,21	Ligeramente plana
2 - 5%	2062,12	19,20	Terrazas planas levemente onduladas
6 - 25%	1200,90	11,18	Colinas
26 - 60%	43,77	0,41	Relieve abrupto
TOTAL	10742,00	100,00	

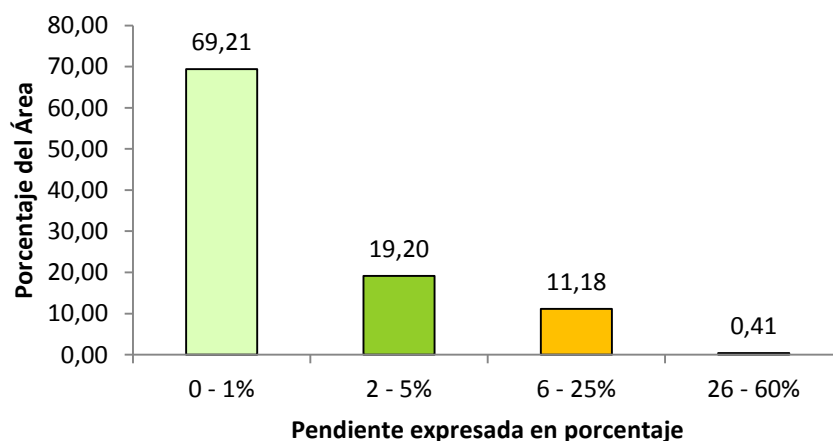


Figura 20. Pendiente del área de estudio expresada en porcentaje.

Alrededor del 70 % (7434 ha) tiene una pendiente entre 0 – 1%; es decir, que los suelos son ligeramente planos en su mayoría y el 19% (2062 ha), una pendiente entre 2 – 5% correspondientes a terrazas planas levemente onduladas. El 11 % (1200 ha)

son colinas con pendiente entre 6 - 25%; y menos del 1% (43 ha) el relieve es abrupto con pendientes entre 26 - 60%).

4.3.3 Mapas de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento

En la tabla 6, se identifican 16 unidades de uso, manejo y aprovechamiento, su representación del área (ha) y porcentual (%).

Tabla 6. Unidades de uso, manejo y aprovechamiento identificadas.

Unidad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Agricultura	56,78	0,53
Pastizal	448,17	4,17
Silvopastoril con Acacia	110,29	1,03
Silvopastoril con Merey	3,22	0,03
Silvopastoril con Teca	5,17	0,05
Silvopastoril con eucalipto a baja densidad	1675,77	15,60
Silvopastoril con eucalipto a alta densidad	3946,62	36,74
Agrosilvopastoril	226,95	2,11
Cuerpos de agua o zona de inundación*	353,42	3,29
Sabanas naturales o zonas sin vegetación*	615,28	5,73
Bosque medio denso*	608,96	5,67
Bosque medio medio denso*	826,71	7,70
Bosque bajo medio denso*	686,42	6,39
Bosque bajo ralo*	803,29	7,48
Carreteras y caminos**	356,65	3,32
Otros usos	18,30	0,17
TOTAL	10742,00	100,00

*Unidades correspondientes al Área de Reserva del medio Silvestre.

**Unidad imprescindible para la accesibilidad a toda la finca y función de cortafuego.

A continuación se describen las unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado y del área de reserva del medio silvestre. Luego se muestran en mapas representativos desagregados.

1) Uso para la agricultura: ocupa un área de 56,78 ha (0,53%), se cultiva principalmente maíz (*Zea mays*) a inicio de la temporada de lluvias. El rendimiento es de 2500 Kg/ha. Luego a finales de la temporada de lluvias se cultiva sorgo forrajero

(*Sorghum vulgare*), el cual se destina a la alimentación ganadera. En el Anexo: Mapa 3, se observa su distribución.

2) Pastizal: ocupa un área de 448,17 ha (4,17%). Se utiliza para pastoreo principalmente en temporada seca. Predomina el 85% de pasto *Brachiaria humidicola* (pasto aguja) y *Brachiaria decumbens* (pasto alambre). Se siembra cada 5 años por estolón y una única fertilización al momento de la siembra, mantenimiento y reabonos con úrea. La carga animal para esta unidad es <1 UA/ha. En algunos potreros del pastizal se evidencia la presencia de pequeñas comunidades de árboles y arbustos. En el Anexo: Mapa 4, se observa su distribución.

3) Silvopastoril con Acacia: ocupa un área de 110,29 ha (1,03%). Consiste en la combinación secuencial y simultánea, en el tiempo y en el espacio de diferentes componentes: bosque plantado de acacia (*Acacia crassicarpa* y *Acacia magium*) + componente vegetal silvestre + animal (ganado). La distancia de siembra varía entre lotes: 4 x 2,25 m; 3 x 3 m; 3 x 3, 3 x 2 m; 4,5 x 2 m, para una densidad alrededor de 1111 plantas/ha. El ciclo vegetativo del cultivo varía de 8 a 10 años para la cosecha; los productos que se obtienen son: madera para machihembrado, materia prima para carbón vegetal o madera para otros usos. En el Anexo: Mapa 5, se observa su distribución.

4) Silvopastoril con merey: ocupa un área de 3,22 ha (0,03%). Consiste en la combinación de diferentes componentes: bosque plantado de merey (*Anacardium occidentale*) + componente vegetal silvestre + animal (ganado). La distancia de siembra es de 8 x 8 m, para una densidad de 156 plantas/ha. No se utiliza para madera. En el Anexo: Mapa 5, se observa su distribución.

5) Silvopastoril con teca: ocupa un área de 5,17 ha (0,05%). Consiste en la combinación de diferentes componentes: bosque plantado de teca (*Tectona grandis*) + componente vegetal silvestre + animal (ganado). La distancia de siembra es de 4,5 x 2 m, para una densidad de 1111 plantas/ha. En el Anexo: Mapa 5, se observa su distribución.

6) Silvopastoril con eucalipto a baja densidad: ocupa un área de 1675,77 ha (15,60%). Consiste en la combinación secuencial y simultánea, en el tiempo y en el

espacio de diferentes componentes: bosque plantado de eucalipto + pasto (*Brachiaria humidicola* o *Brachiaria decumbens*) + animal (ganado). El distanciamiento de siembra varía: 9 x 3 m; 12 x 2,25 m; 10 x 3 m; 10 x 4 m; 12 x 2 m, para una densidad de siembra baja que oscila entre 250-416 plantas /ha, con un ciclo vegetativo del cultivo que varía entre 8 a 12 años para la cosecha; el producto que se obtiene es madera para otros usos: estantillos y botalones, paletas y puntales (aserradero). Los pastos entre los eucalipto son establecidos y se siembra cada 5 años por estolón y una única fertilización al momento de la siembra. La carga animal para este sistema es < 0,75 UA/ha. Una fracción de esta unidad se destinada a la siembra de pasto de corte (*Brachiaria humidicola*) y se almacena en pacas de heno para la alimentación del ganado en la época crítica como es la temporada seca (meses de enero, febrero, marzo y abril); el rendimiento es de 40 rollos/ha/año de 250 Kg c/u, para un total de 4000 rollos. En el Anexo: Mapa 6, se observa su distribución.

7) Silvopastoril con eucalipto a alta densidad: ocupa un área de 3946,62 ha (36,74%). Consiste en la combinación secuencial y simultánea, en el tiempo y en el espacio de los siguientes componentes: bosque plantado de eucalipto + componente vegetal silvestre + animal (ganado). Este sistema tiene la particularidad, que el bosque plantado de eucalipto es de densidad alta, de 1111 plantas/ha; cuya distancia de siembra es variada: 3 x 3 m; 4 x 2,25 m; 4,50 x 2 m. El ciclo vegetativo del cultivo comprende entre 5-7 años para la cosecha; el producto que se obtiene es madera para pulpa (papel suave). De igual manera, los residuos de tallos se destinan como materia prima en la fabricación de carbón. El ganado pastorea entre la plantación con una carga animal <0,5 UA/ha. En el Anexo: Mapa 7, se observa su distribución.

8) Agrosilvopastoril: ocupa un área de 226,95 ha (2,11%). Consiste en la combinación secuencial y simultánea, en el tiempo y en el espacio de los siguientes componentes: bosque plantado de eucalipto + cultivo de arroz (*Oriza sativa*) + animal (ganado). Los rendimientos del arroz de secano son de 3000 Kg/ha. Y en pequeña proporción demostrativa, un sistema Agroforestal: bosque plantado de eucalipto + cultivo de café (*Coffea arabica*); los rendimientos del café se ubican alrededor de los 250 Kg/ha. Es de resaltar, que en estos sistemas el bosque plantado de eucalipto tiene

una densidad baja, entre 250-450 plantas/ha; cuya distancia entre hileras varía de 10 a 12 m, entre árboles 3 a 4 m y un ciclo vegetativo de la plantación de 15-17 años para la cosecha; el producto que se obtiene es madera para otros usos como: estantillos y botalones, paletas, puntales, madera para aserradero. Los restos de cosecha como los residuos de tallos, se destinan como materia prima para carbón. En el Anexo: Mapa 8, se observa su distribución.

9) Cuerpos de agua o zona de inundación: ocupa un área de 353,42 ha (3,29%). Está conformado por lagunas naturales y artificiales con obras mínimas de infraestructura (muros de granzón y alcantarillas). El uso y manejo de estos cuerpos de agua ha permitido aumentar los hábitats de diferentes especies de la fauna silvestre incrementando sus poblaciones; especialmente de chigüires y aves acuáticas. También se utiliza para el ganado bovino y bufalino. En el Anexo: Mapa 9, se observa su distribución.

10) Sabanas naturales o zona sin vegetación: ocupa un área de 615,28 ha (5,73%). Estas se encuentran distribuidas en toda la finca, con la presencia de pastos naturales autóctonos de la zona como: *Leersia hexandra*, *Scleria pterota* y *Paspalum plicatulum*; así como árboles y arbustos aislados y pequeñas comunidades de bosques > a 1 ha. En pequeñas áreas se encuentran zonas sin vegetación. En el Anexo: Mapa 10, se observa su distribución.

11) Bosque medio denso: ocupa un área de 608,96 ha (5,67%). Se caracteriza porque la altura de los árboles oscila entre 15 a 25 m y el área la cobertura es $\geq 70\%$. En el Anexo: Mapa 11, se observa su distribución.

12) Bosque medio medio denso: ocupa un área de 826,71 ha (7,70%). Se caracteriza porque la altura de los árboles oscila entre 15 a 25 m y el área de cobertura entre 30 – 70%. En el Anexo: Mapa 12, se observa su distribución.

13) Bosque bajo medio denso: ocupa un área de 686,42 ha (6,39%). Se caracteriza porque la altura de los árboles es menor a 15 m y el área de cobertura entre 30 – 70%. En el Anexo: Mapa 13, se observa su distribución.

14) Bosque bajo ralo: ocupa un área de 803,29 ha (7,48%). Se caracteriza porque la altura de los árboles es < 15 m y el área de cobertura es $\leq 30\%$. Este bosque es

característico de la zona de galerías. En el Anexo: Mapa 14, se observa su distribución.

En el Anexo: Mapa 15, se presenta la distribución del área de reserva del medio silvestre.

15) Carreteras y caminos: ocupa un área de 356,65 ha (3,32%). Permiten el acceso a toda la finca y funcionan como corta fuego. En el Anexo: Mapa 16, se observa su distribución.

16) Otros usos: ocupa un área de 18,30 ha (0,17%). Son las áreas de operaciones ola central: oficina administrativa, vivero, invernadero, enfermería, comedor y depósitos (En el Anexo: Mapa 17, se observa su distribución).

En el Anexo: Mapa 18, se presenta la distribución de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado y del área de reserva del medio silvestre en presentación tamaño doble carta.

En el Anexo: Mapa 19, se observa la distribución de potreros. El manejo del ganado se describió previamente en la Estación III.

4.4 Discusión de resultados en la caracterización de las unidades

Cada unidad se caracterizó de acuerdo con Müller (1996), el cual plantea la desagregación del sistema en sus componentes, el análisis de su estructura y función, la identificación de interacciones notables o relevantes y la determinación de una jerarquía para entender las conexiones e interacciones con otros niveles del sistema.

Luego se agruparon las unidades con el fin de simplificar resultados y facilitar el correspondiente análisis; así como: uso agropecuario, sistema silvopastoril y agrosilvopastoril, silvopastoril con eucalipto de alta densidad (madera para pulpa), área de reserva del medio silvestre, y otros usos correspondientes a la central, corrales y caminos, entre otros. Así se muestra en la figura 21 expresando el porcentaje y su equivalente en superficie (hectárea).

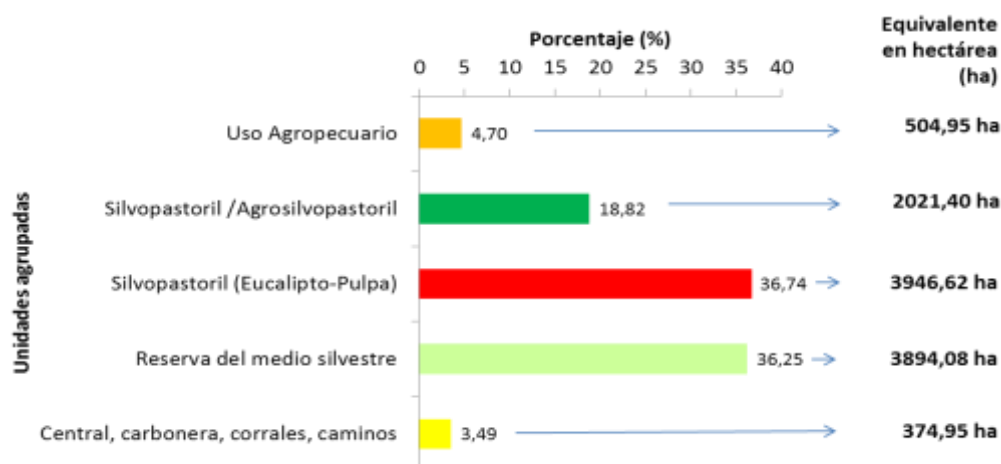


Figura 21. Agrupación de las unidades de uso, manejo y aprovechamiento de la finca.

El sistema silvopastoril con eucalipto de alta densidad (madera para pulpa), es la actividad principal de aprovechamiento, la cual ocupa un área de 3946 ha (36,74%) y la reserva del medio silvestre 3894 ha (36,250%), superficies particularmente similares; lo que significa un uso, manejo y aprovechamiento equilibrado en la unidad de producción de bosque plantado; el resto de la superficie corresponde a los sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles, pastizales, sabanas naturales y entre otros.

La figura 22 muestra el esquema simplificado en su primera aproximación al enfoque de sistemas para reconocer la complejidad del agroecosistema o sistema total (finca) y sus múltiples componentes, conexiones e interacciones entre ellos.

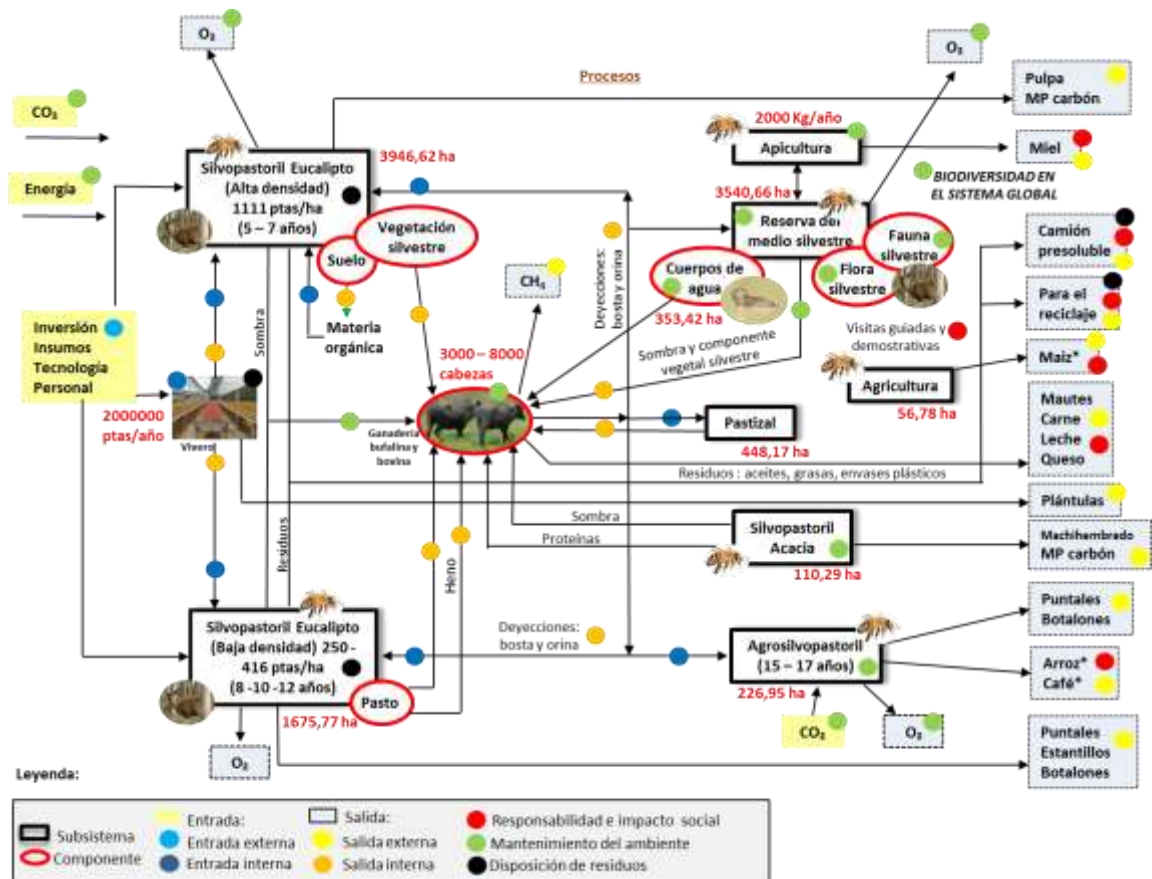


Figura 22. Primera aproximación representada en esquema simplificado del Enfoque de Sistema, sobre la aplicación de alternativas de producción ya experimentadas y probadas en la finca DEFORSA.

Los subsistemas y componentes del sistema: unidades de producción silvopastoril, agrosilvopastoril, ganadería bovina y bufalina, reservas del medio silvestre, pastizal, sabanas naturales, componente vegetal silvestre dispuesto bajo los eucaliptos, silvopastoril-acacia, apicultura y agricultura; estos constituyen un arreglo de componentes en conjunto formando una unidad de uso, manejo y aprovechamiento de manera que forman y actúan como una unidad o un todo. Esto coincide con Becht (1974) ya que las propiedades de un sistema no dependen sólo de sus componentes sino de las relaciones e interacciones entre ellos. En dicho sistema se reconocen los componentes y sus diversas interacciones, las entradas, las salidas y límites. Se identifican claramente los niveles jerárquicos de los sistemas y subsistema y la

estructura compleja cíclica en su mayoría; resultados que convergen con Morante (2013).

Todos los resultados fueron validados durante su elaboración mediante chequeo de campo, imagen de satélite y equipo técnico. Dicha caracterización constituye esquemas para el manejo y seguimiento del sistema; es el primer paso para la construcción de indicadores de acuerdo a los programas establecidos por CIFOR (1996) para bosque plantados a nivel de finca, y OIMT (1998) para bosques naturales. La FAO (2015) plantea la caracterización de los componentes fundamentales del Manejo Forestal Sostenible y ser aplicados para medir y evaluar las tendencias de degradación o regeneración de los bosques.

Haciendo una comparación de los datos e información de la finca en el informe “Evaluación Ambiental Específica, Desarrollos Forestales San Carlos” (Ingeniería CAURA, 2004), los resultados 10 años después, han diferido en el transcurrir del tiempo; por ejemplo: en la actualidad se aplican técnicas alternativas de producción como el sistema silvopastoril, no se quema para reducir los residuos de cosecha, se maneja el ganado para controlar malezas, plagas y prevenir incendios, entre otros.

4.5 Procedimiento metodológico para determinar la riqueza de la fauna silvestre

Se realizó inventario de fauna silvestre en el área de estudio específicamente de las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. En el caso de aves se realizó un seguimiento correspondiente al período 2014-2015 con la Fundación Científica *Ara macao* y apoyado en el estudio de González-Fernández (2010) de MANFAUNA y BIO-RECURSOS.

Con respecto al listado de mamíferos, reptiles y anfibios; fueron revisados los estudios de González-Fernández (2010) “La fauna silvestre de la finca DEFORSA”; “El venado caramerudo (*Odocoileus virginianus*). Estimación poblacional en la finca DEFORSA, estado Cojedes” de González-Fernández (2011); “Hábitats y tamaño poblacional del chigüire (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la finca DEFORSA, San Carlos, estado Cojedes, Venezuela” de González-Fernández, y Campo (2011) y el

estudio realizado sobre Evaluación Ambiental Específica por Ingeniería CAURA (2004).

Además, fueron realizadas observaciones de campo durante 2 años por la autora (2014 y 2015) y por los reportes de las opiniones de los trabajadores y conocedores del área. Este método constituyó una forma de verificar la presencia y abundancia de mamíferos en un 98%. Las especies de reptiles se logró verificar con este método alrededor del 75% y las especies de anfibios, el 50%.

Para determinar la riqueza de familias y especies se utilizó la estadística descriptiva realizando los cálculos correspondientes donde se generaron tablas y gráficos con el programa EXCEL.

4.6 Análisis y discusión de la riqueza de la fauna silvestre

Se describe el nombre común, nombre científico, familia, hábitat, frecuencia relativa y técnica de detección para la presencia de especies de fauna silvestre en la finca DEFORSA.

El hábitat lo conforma el bosque plantado, el bosque natural, las galeras, pastizales o sabanas y cuerpos de agua o zonas de inundación. La frecuencia relativa: (Fr): Rara (Ra), Escasa (Es); Común (Co); Frecuente (Fr) y Abundante (Ab) donde cada una tiene su parámetro que se describe en la leyenda de cada tabla según la clase; por ejemplo: las especies con una frecuencia relativa “Común” (Co) significa que se observaron o se presume; según la técnica de detección, entre 26 -100 individuos de la misma especie (ex).

Al respecto, las técnicas de detección son: Observación directa (Ob), Huellas (Hu), Rastro y signos (Ra), Nido o madriguera (Ni), Canto o sonido (Ca) y Reportes por trabajadores conocedores del área y de la fauna silvestre.

A continuación se muestran las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios (tablas 7, 8, 9 y 10 respectivamente).

Tabla 7. Especies de aves.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Bn	Bp	Gl	Pz/ Sa	Ca	Fr	Téc. Det.
1	Caricare encrestado	<i>Caracara cheriway</i>	ACCIPITRIDAE	X	X	X	X	X	Fr	Ob
2	Cernícalo	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	ACCIPITRIDAE				X		Ra	Ob
3	Gavilán caracolero	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	ACCIPITRIDAE	X	X			X	Co	Ob
4	Gavilán colorado	<i>Busarellus nigricollis</i>	ACCIPITRIDAE	X	X		X	X	Fr	Ob
5	Gavilán de hombros rufos	<i>Parabuteo unicinctus</i>	ACCIPITRIDAE	X	X				Fr	Ob
6	Gavilán habado	<i>Rupornis magnirostris</i>	ACCIPITRIDAE	X	X	X	X	X	Ab	Ob
7	Gavilán maromero	<i>Elanus leucurus</i>	ACCIPITRIDAE	X					Es	Ob
8	Gavilán negro	<i>Buteogallus urubitinga</i>	ACCIPITRIDAE		X			X	Co	Ob
9	Gavilán palomero	<i>Leptodon cayanensis</i>	ACCIPITRIDAE	X	X				Es	Ob
10	Gavilán pico ganchudo	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	ACCIPITRIDAE					X	Es	Ob
11	Gavilán pita venado	<i>Buteogallus meridionalis</i>	ACCIPITRIDAE	X	X		X	X	Fr	Ob
12	Gavilán tejé	<i>Buteo albicaudatus</i>	ACCIPITRIDAE		X		X		Es	Ob
13	Gavilán zancón	<i>Geranospiza caerulescens</i>	ACCIPITRIDAE	X		X			Co	Ob
14	Barraquete aliazul	<i>Anas discors</i>	ANATIDAE					X	Es	Ob
15	Güirirí	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	ANATIDAE					X	Ab	Ob
16	Pato real	<i>Cairina moschata</i>	ANATIDAE	X				X	Fr	Ob
17	Yaguaso cariblanco	<i>Dendrocygna viduata</i>	ANATIDAE					X	Ab	Ob
18	Yaguaso colorado	<i>Dendrocygna bicolor</i>	ANATIDAE					X	Co	Ob
19	Aruco	<i>Anhima cornuta</i>	ANHIMIDAE					X	Es	Ob
20	Cotúa agujita	<i>Anhinga anhinga</i>	ANHINGIDAE	X				X	Co	Ob
21	Vencejo cola corta	<i>Chaetura brachyura</i>	APODIDAE				X		Co	Ob
22	Vencejo tijetera	<i>Tachornis squamata</i>	APODIDAE				X		Co	Ob
23	Carrao	<i>Aramus guarauna</i>	ARAMIDAE		X		X	X	Fr	Ob
24	Chicuaco cajeto	<i>Cochlearius cochlearius</i>	ARDEIDAE					X	Fr	Ob

Cont...

25	Chicuaco cuello gris	<i>Butorides striata</i>	ARDEIDAE					X	Es	Ob
26	Chicuaco enmascarado	<i>Nyctanassa violacea</i>	ARDEIDAE		X		X	X	Fr	Ob
27	Chusmita	<i>Egretta thula</i>	ARDEIDAE					X	Fr	Ob
28	Garceola real	<i>Pilherodius pileatus</i>	ARDEIDAE		X		X	X	Fr	Ob
29	Garcita azul	<i>Egretta caerulea</i>	ARDEIDAE					X	Co	Ob
30	Garza morena	<i>Ardea cocoi</i>	ARDEIDAE					X	Fr	Ob
31	Garza real	<i>Ardea alba</i>	ARDEIDAE					X	Ab	Ob
32	Garza reznera	<i>Bubulcus ibis</i>	ARDEIDAE	X	X		X	X	Ab	Ob
33	Garza silbadora	<i>Syrigma sibilatrix</i>	ARDEIDAE					X	Fr	Ob
34	Guaco	<i>Nycticorax nycticorax</i>	ARDEIDAE					X	Fr	Ob
35	Mirasol	<i>Botaurus pinnatus</i>	ARDEIDAE					X	Ra	Ob
36	Pájaro vaco	<i>Tigrisoma lineatum</i>	ARDEIDAE					X	Fr	Ob
37	Aguantasol	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	BUCCONIDAE	X					Es	Ob
38	Bobito	<i>Hypnelus ruficollis</i>	BUCCONIDAE	X					Co	Ob
39	Dara	<i>Burhinus bistriatus</i>	BURHINIDAE		X		X		Fr	Ob
40	Aguaitacamino chiquito	<i>Chordeiles acutipennis</i>	CAPRIMULGIDAE		X		X		Co	Ob
41	Aguaitacamino cola pintada	<i>Caprimulgus maculicaudus</i>	CAPRIMULGIDAE		X		X		Co	Ob
42	Aguaitacamino común	<i>Nyctidromus albicollis</i>	CAPRIMULGIDAE		X		X		Co	Ob
43	Aguaitacamino rastrojero	<i>Caprimulgus cayennensis</i>	CAPRIMULGIDAE		X		X		Co	Ob
44	Cardenal bandera alemana	<i>Paroaria gularis</i>	CARDINALIDAE					X	Fr	Ob
45	Lechosero ajicero	<i>Saltator coerulescens</i>	CARDINALIDAE	X					Es	Ob
46	Oripopo	<i>Cathartes aura</i>	CATHARIDAE	X	X	X	X	X	Fr	Ob
47	Oripopo cabeza amarilla mayor	<i>Cathartes burrovianus</i>	CATHARIDAE		X			X	Fr	Ob
48	Rey zamuro	<i>Sarcoramphus papa</i>	CATHARIDAE	X		X			Ra	Ob
49	Zamuro	<i>Coragyps atratus</i>	CATHARIDAE	X	X	X	X	X	Fr	Ob

Cont...

50	Martín pescador grande	<i>Megaceryle torquata</i>	CERYLIDAE						X	Fr	Ob
51	Martín pescador matraquero	<i>Chloroceryle amazona</i>	CERYLIDAE						X	Es	Ob
52	Martín pescador pequeño	<i>Chloroceryle americana</i>	CERYLIDAE						X	Co	Ob
53	Martín pescador pigmeo	<i>Chloroceryle aenea</i>	CERYLIDAE						X	Ra	Ob
54	Martín pescador selvático	<i>Chloroceryle inda</i>	CERYLIDAE						X	Ra	Ob
55	Alcaraván	<i>Vanellus chilensis</i>	CHARADRIIDAE				X	X		Ab	Ob
56	Alcaravancito	<i>Vanellus cayanus</i>	CHARADRIIDAE					X		Co	Ob
57	Turillo	<i>Charadrius collaris</i>	CHARADRIIDAE					X		Es	Ob
58	Gabán huesito	<i>Mycteria americana</i>	CICONIIDAE				X	X		Fr	Ob
59	Garzón soldado	<i>Jabiru mycteria</i>	CICONIIDAE				X	X		Co	Ob
60	Paloma chocolatera	<i>Columbina talpacoti</i>	COLUMBIDAE	X	X	X	X	X		Co	Ob
61	Paloma azul	<i>Claravis pretiosa</i>	COLUMBIDAE	X						Ra	Ob
62	Paloma colorada	<i>Patagioenas cayennensis</i>	COLUMBIDAE	X	X	X	X	X		Fr	Ob
63	Paloma sabanera	<i>Zenaida auriculata</i>	COLUMBIDAE	X	X	X	X	X		Fr	Ob
64	Paloma turca	<i>Leptotila verreauxi</i>	COLUMBIDAE	X	X	X	X	X		Fr	Ob
65	Palomita maraquita	<i>Columbina squammata</i>	COLUMBIDAE	X	X	X	X	X		Co	Ob
66	Tortolita grisácea	<i>Columbina passerina</i>	COLUMBIDAE	X	X	X	X	X		Co	Ob
67	Tortolita sabanera	<i>Columbina minuta</i>	COLUMBIDAE	X	X	X	X	X		Co	Ob
68	Guacharaca	<i>Ortalis ruficauda</i>	CRACIDAE	X	X	X				Fr	Ob
69	Paují de copete	<i>Crax daubentoni</i>	CRACIDAE	X						Co	Ob
70	Cuclillo gusanero	<i>Coccyzua pumila</i>	CUCULIDAE	X						Ra	Ob
71	Garrapatero común	<i>Crotophaga ani</i>	CUCULIDAE	X	X		X			Fr	Ob
72	Garrapatero curtidor	<i>Crotophaga suicrostris</i>	CUCULIDAE		X		X			Es	Ob
73	Garrapatero hervidor	<i>Crotophaga major</i>	CUCULIDAE	X	X		X	X		Fr	Ob
74	Piscua	<i>Piaya cayana</i>	CUCULIDAE	X	X					Co	Ob

Cont...

75	Saucé	<i>Tapera naevia</i>	CUCULIDAE		X	X	X		Es	Ob
76	Pico de plata gris	<i>Sporophila intermedia</i>	EMBARIZIDAE			X	X		Fr	Ob
77	Pico de plata negro	<i>Oryzoborus crassirostris</i>	EMBARIZIDAE	X					Es	Ob
78	Sabanero coludo	<i>Emberizoides herbicola</i>	EMBARIZIDAE				X		Es	Ob
79	Sabanero de pajonales	<i>Ammodramus humeralis</i>	EMBARIZIDAE				X		Es	Ob
80	Curtío	<i>Arremonops conirostris</i>	EMBERIZIDAE	X	X	X	X		Fr	Ob
81	Tingana	<i>Eurypyga helias</i>	EURYPYGIDAE	X				X	Co	Ob
82	Caricare	<i>Caracara cheriway</i>	FALCONIDAE	X	X	X	X	X	Fr	Ob
83	Chiriguare	<i>Milvago chimachima</i>	FALCONIDAE	X	X	X	X		Ab	Ob
84	Halcón aplomado	<i>Falco femoralis</i>	FALCONIDAE		X		X		Co	Ob
85	Halcón macagua	<i>Herpethotheres cachinnans</i>	FALCONIDAE	X	X	X			Co	Ob
86	Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	FALCONIDAE		X		X		Co	Ob
87	Halcón primito	<i>Falco sparverius</i>	FALCONIDAE	X	X		X		Co	Ob
88	Halcón semiacollarado	<i>Micrastur semitorquatus</i>	FALCONIDAE	X					Es	Ob
89	Chiruli	<i>Carduelis psaltria</i>	FRINGILLIDAE	X			X		Es	Ob
90	Guaiti	<i>Phacellodomus inornatus</i>	FURNARIIDAE	X	X		X		Fr	Ob
91	Guaiti de agua	<i>Certhiaxis cinnamomea</i>	FURNARIIDAE					X	Fr	Ob
92	Guitio garganta blanca	<i>Synallaxis albescens</i>	FURNARIIDAE	X	X				Co	Ob
93	Trepador marrón	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	FURNARIIDAE	X	X				Es	Ob
94	Trepador subesube	<i>Dendroplex picus</i>	FURNARIIDAE	X	X				Fr	Ob
95	Barranquero acollarado	<i>Brachygalba goeringi</i>	GALBULIDAE	X					Fr	Ob
96	Golondrina de agua	<i>Tachycineta albiventer</i>	HIRUNDINIDAE					X	Fr	Ob
97	Golondrina de iglesias	<i>Progne subis</i>	HIRUNDINIDAE			X	X		Co	Ob
98	Golondrina de río	<i>Progne tapera</i>	HIRUNDINIDAE					X	Fr	Ob
99	Golondrina urbana	<i>Progne chalybea</i>	HIRUNDINIDAE			X	X		Co	Ob
100	Arrendajo	<i>Cacicus cela</i>	ICTERIDAE	X				X	Fr	Ob

Cont...

101	Conoto negro	<i>Psarocollus decumanus</i>	ICTERIDAE	X				X	Fr	Ob
102	Galandria	<i>Quiscalus mexicana</i>	ICTERIDAE		X		X		Es	Ob
103	Gonzalito	<i>Icterus nigrogularis</i>	ICTERIDAE	X	X				Co	Ob
104	Gonzalito real	<i>Icterus auricapillus</i>	ICTERIDAE	X	X				Ra	Ob
105	Perdigón	<i>Sturnella magma</i>	ICTERIDAE				X		Co	Ob
106	Tordito	<i>Quiscalus lugubris</i>	ICTERIDAE	X	X		X		Fr	Ob
107	Tordo maicero	<i>Gymnomystax mexicanus</i>	ICTERIDAE	X	X			X	Co	Ob
108	Tordo pecho rojo	<i>Sturnella militaris</i>	ICTERIDAE				X		Co	Ob
109	Tordo pirata	<i>Molothrus oryzobora</i>	ICTERIDAE	X		X			Es	Ob
110	Gallito de laguna	<i>Jacana jacana</i>	JACANIDAE					X	Fr	Ob
111	Gaviota pico amarillo	<i>Sterna superciliaris</i>	LARIDAE					X	Co	Ob
112	Guanaguanare	<i>Phaetusa simplex</i>	LARIDAE					X	Es	Ob
113	Pico tijera	<i>Rynchops niger</i>	LARIDAE					X	Co	Ob
114	Paraulata llanera	<i>Mimus gilvus</i>	MIMIDAE				X		Co	Ob
115	Nictibio grande	<i>Nictibius grandis</i>	NYCTIBIIDAE	X	X				Fr	Ob
116	Nictibio llorón	<i>Nictibius griseus</i>	NYCTIBIIDAE	X	X				Co	Ob
117	Perdiz	<i>Colinus cristatus</i>	ODONTOPHORIDAE	X	X	X	X		Fr	Ob
118	Chenchena	<i>Opisthocomus hoazin</i>	OPISTHOCOMIDAE					X	Fr	Ob
119	Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	PANDIONIDAE					X	Es	Ob
120	Canario de mangle	<i>Dendroica erithachorides</i>	PARULIDAE	X	X			X	Es	Ob
121	Candelita migratoria	<i>Setophaga ruticilla</i>	PARULIDAE	X	X				Es	Ob
122	Reinita amarilla	<i>Dendroica aestiva</i>	PARULIDAE	X					Es	Ob
123	Reinita equinoccial	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	PARULIDAE	X					Ra	Ob
124	Reinita rayada	<i>Dendroica striata</i>	PARULIDAE					X	Es	Ob
125	Reinita trepadora	<i>Mniotilta varia</i>	PARULIDAE	X					Ra	Ob
126	Cotúa	<i>Phalacrocorax brasilianum</i>	PHALACROCOCORACIDAE					X	Co	Ob
127	Cotúa olivacea	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	PHALACROCOCORACIDAE	X						Ob

Cont...

128	Carpintero habado	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	PICIDAE	X	X	X				Fr	Ob
129	Carpintero pecho punteado	<i>Chrysoptilus punctigula</i>	PICIDAE	X		X				Es	Ob
130	Carpintero real barba rayada	<i>Dryocopus lineatus</i>	PICIDAE	X						Co	Ob
131	Carpintero real pico amarillo	<i>Campephilus melanoleucus</i>	PICIDAE	X						Co	Ob
132	Telegrafista escamado	<i>Picumnus squamulatus</i>	PICIDAE	X						Co	Ob
133	Saltarín solitario	<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	PIPRIDAE	X						Fr	Ob
134	Buzo	<i>Podilymbus podiceps</i>	PODICIPEDIDAE						X	Es	Ob
135	Patico zambullidor	<i>Tachybaptus dominicus</i>	PODICIPEDIDAE						X	Es	Ob
136	Chirito gris	<i>Polioptila plúmbea</i>	POLIOPTILIDAE	X	X					Co	Ob
137	Guacamaya bandera	<i>Ara macao</i>	PSITTACIDAE	X		X				Es	Ob
138	Loro guaro	<i>Amazona amazonica</i>	PSITTACIDAE	X		X	X			Es	Ob
139	Loro real	<i>Amazona ochrocephala</i>	PSITTACIDAE	X		X	X			Co	Ob
140	Guacamaya maracaná	<i>Ara severa</i>	PSITTACIDAE	X						Es	Ob
141	Perico caralimpia	<i>Brotogeris jugularis</i>	PSITTACIDAE	X	X	X	X			Co	Ob
142	Perico carasucia	<i>Aratinga pertinax</i>	PSITTACIDAE	X	X	X	X			Co	Ob
143	Perico mastrantero	<i>Forpus passerinus</i>	PSITTACIDAE	X	X	X	X			Co	Ob
144	Cotara	<i>Aramides cajanea</i>	RALLIDAE						X	Ab	Ob
145	Cotarita cuello rufo	<i>Laterallus exilis</i>	RALLIDAE						X	Es	Ob
146	Gallito azul	<i>Porphyryla martinica</i>	RALLIDAE						X	Co	Ob
147	Turura migratoria	<i>Porzana carolina</i>	RALLIDAE						X	Ra	Ob
148	Viudita patilarga	<i>Himantopus mexicanus</i>	RECURVIROSTRIDAE						X	Co	Ob
149	Becasina paraguaya	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	SCOLOPACIDAE						X	Ra	Ob
150	Playerito	<i>Calidris minutilla</i>	SCOLOPACIDAE						X	Co	Ob
151	Playero coleador	<i>Actitis macularius</i>	SCOLOPACIDAE						X		Ob
152	Playero solitario	<i>Tringa solitaria</i>	SCOLOPACIDAE						X	Co	Ob

Cont...

153	Tibe-tibe	<i>Bartramia longicauda</i>	SCOLOPACIDAE					X	Es	Ob
154	Tigüe-tigüe chico	<i>Tringa flavipes</i>	SCOLOPACIDAE					X	Co	Ob
155	Tigüe-tigüe grande	<i>Tringa melanoleuca</i>	SCOLOPACIDAE					X	Co	Ob
156	Tin-güin	<i>Calidris melanotos</i>	SCOLOPACIDAE					X	Co	Ob
157	Currucucú común	<i>Otus choliba</i>	STRIGIDAE	X					Es	Ob
158	Lechuza de anteojos	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	STRIGIDAE		X				Es	Ob
159	Lechuza silbón	<i>Asio clamator</i>	STRIGIDAE	X	X	X			Co	Ob
160	Mochuelo de hoyo	<i>Athene cunicularia</i>	STRIGIDAE				X		Ra	Ob
161	Pavita	<i>Glaucidium brasilianum</i>	STRIGIDAE	X					Es	Ob
162	Titirijí	<i>Bubo virginianus</i>	STRIGIDAE	X	X	X			Co	Ob
163	Coicorita	<i>Formicivora intermedia</i>	THAMNOPHILIDAE	X					Co	Ob
164	Hormiguero copetón	<i>Sakesphorus canadensis</i>	THAMNOPHILIDAE	X					Co	Ob
165	Hormiguero negro	<i>Cercomacra nigricans</i>	THAMNOPHILIDAE	X					Es	Ob
166	Pavita hormiguera	<i>Thamnophilus doliatus</i>	THAMNOPHILIDAE	X	X				Fr	Ob
167	Azulejo de jardín	<i>Thraupis episcopus</i>	THRAUPIDAE	X	X		X		Ab	Ob
168	Azulejo de palmeras	<i>Thraupis palmarum</i>	THRAUPIDAE	X	X	X	X		Es	Ob
169	Azulejo verdeviche	<i>Thraupis glaucocolpa</i>	THRAUPIDAE	X	X	X	X		Es	Ob
170	Bengalí	<i>Sporophila bouvronides</i>	THRAUPIDAE				X		Co	Ob
171	Canario de tejado	<i>Sicalis flaveola</i>	THRAUPIDAE	X	X		X		Fr	Ob
172	Canarito	<i>Sicalis citrina</i>	THRAUPIDAE				X		Co	Ob
173	Chocolatero	<i>Tachyphonus rufus</i>	THRAUPIDAE	X			X		Es	Ob
174	Currunata pico gordo	<i>Euphonia laniirostris</i>	THRAUPIDAE	X					Es	Ob
175	Curruñata saucito	<i>Euphonia trinitatis</i>	THRAUPIDAE	X					Co	Ob
176	Frutero de corona	<i>Nemosia pileata</i>	THRAUPIDAE	X	X				Co	Ob
177	Granero cabecita de fósforo	<i>Coryphospingus pileatus</i>	THRAUPIDAE	X			X		Co	Ob
178	Reinita común	<i>Coereba flaveola</i>	THRAUPIDAE	X	X				Fr	Ob

Cont...

179	Sangre de toro apagado	<i>Ramphocelus carbo</i>	THRAUPIDAE	X						Co	Ob
180	Semillero chirrí	<i>Volatinia jacarina</i>	THRAUPIDAE		X	X	X			Fr	Ob
181	Semillero ventricastaño	<i>Sporophila angolensis</i>	THRAUPIDAE	X						Ra	Ob
182	Tangara monjita	<i>Tangara cayana</i>	THRAUPIDAE	X	X	X				Fr	Ob
183	Corocora blanca	<i>Eudocimus albus</i>	THRESKIORNITHIDAE					X		Es	Ob
184	Corocora castaña	<i>Plegadis falcinellus</i>	THRESKIORNITHIDAE					X		Es	Ob
185	Corocora roja	<i>Eudocimus ruber</i>	THRESKIORNITHIDAE					X		Co	Ob
186	Corocora verde	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	THRESKIORNITHIDAE				X	X		Fr	Ob
187	Garza paleta	<i>Ajaja ajaja</i>	THRESKIORNITHIDAE					X		Fr	Ob
188	Tarotaro	<i>Cercibis oxycerca</i>	THRESKIORNITHIDAE	X				X		Es	Ob
189	Tautaco	<i>Theristicus caudatus</i>	THRESKIORNITHIDAE	X	X		X	X		Fr	Ob
190	Zamurita	<i>Phimosus infuscatus</i>	THRESKIORNITHIDAE		X		X	X		Fr	Ob
191	Gallina azul	<i>Tinamus tao</i>	TINAMIDAE	X							Ob
192	Ponchita	<i>Crypturellus soui</i>	TINAMIDAE	X		X				Co	Ob
193	Colibrí garganta dorada	<i>Polytmus guainumbi</i>	TROCHILIDAE	X						Co	Ob
194	Diamante garganta verde	<i>Amazilia fimbriata</i>	TROCHILIDAE	X						Co	Ob
195	Ermitaño cara negra	<i>Phaetomis anthophilus</i>	TROCHILIDAE	X						Co	Ob
196	Esmeralda cola azul	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	TROCHILIDAE	X						Fr	Ob
197	Esmeralda cola de alambre	<i>Chlorostilbon stenura</i>	TROCHILIDAE	X						Ra	Ob
198	Mango pecho negro	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	TROCHILIDAE	X						Es	Ob
199	Cucarachero chocorocoy	<i>Campylorhynchus nuchalis</i>	TROGLODYTIDAE	X						Co	Ob
200	Cucarachero común	<i>Troglodytes aedon</i>	TROGLODYTIDAE	X	X					Fr	Ob
201	Cucarachero de agua	<i>Donacobius atricapillus</i>	TROGLODYTIDAE					X		Fr	Ob
202	Cucarachero flaqueonado	<i>Thrythorus leucotis</i>	TROGLODYTIDAE	X						Es	Ob
203	Paraulata montañera	<i>Turdus leucomelas</i>	TURDIDAE	X	X		X	X		Co	Ob
204	Atrapamosca barba blanca	<i>Phelpsia inornata</i>	TYRANNIDAE	X	X		X			Es	Ob

Cont...

205	Atrapamosca ladrón	<i>Legatus leucophaeus</i>	TYRANNIDAE	X						Es	Ob
206	Atrapamosca listado	<i>Myiodynastes maculatus</i>	TYRANNIDAE	X		X				Es	Ob
207	Atrapamosca picón	<i>Megarynchus pitangua</i>	TYRANNIDAE	X		X				Es	Ob
208	Atrapamosca ratón	<i>Phaeomyias murina</i>	TYRANNIDAE	X						Es	Ob
209	Atrapamosca tijereta	<i>Tyrannus savana</i>	TYRANNIDAE				X			Co	Ob
210	Atrapamoscas jinete	<i>Machetomis rixosis</i>	TYRANNIDAE		X		X			Fr	Ob
211	Atrapamoscas lampiño	<i>Camptostoma obsoletum</i>	TYRANNIDAE	X						Es	Ob
212	Atrapamoscas Pigmeo de ojos blancos	<i>Lophotriccus pilaris</i>	TYRANNIDAE	X						Es	Ob
213	Cabezón ala blanca	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	TYRANNIDAE	X						Es	Ob
214	Cabezón cinéreo	<i>Pachyramphus rufus</i>	TYRANNIDAE	X						Es	Ob
215	Cardenal sabanero	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	TYRANNIDAE				X			Es	Ob
216	Cristofué	<i>Pitangus sulphuratus</i>	TYRANNIDAE	X	X	X	X	X		Fr	Ob
217	Cristofué orillero	<i>Philohidor lictor</i>	TYRANNIDAE				X	X		Co	Ob
218	Duende	<i>Arundinicola leucocephala</i>	TYRANNIDAE				X	X		Ab	Ob
219	Garrochero	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	TYRANNIDAE	X	X	X	X			Co	Ob
220	Garrochero chico	<i>Myiarchus ferox</i>	TYRANNIDAE		X	X	X			Co	Ob
221	Pibí cenizo	<i>Contopus cinereus</i>	TYRANNIDAE	X	X		X			Co	Ob
222	Pico chato aceituno	<i>Rynchocyclus olivaceus</i>	TYRANNIDAE	X						Co	Ob
223	Pico chato amarillento	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	TYRANNIDAE	X						Co	Ob
224	Pico chato sulfuroso	<i>Tolmomyias sulphurencens</i>	TYRANNIDAE	X						Co	Ob
225	Pitirre chicharrero	<i>Tytannus melancholicus</i>	TYRANNIDAE	X	X		X			Fr	Ob
226	Pitirre copete rojo	<i>Myiozetetes similis</i>	TYRANNIDAE	X		X	X			Co	Ob
227	Pitirre gris	<i>Tyrannus dominicensis</i>	TYRANNIDAE	X	X		X			Fr	Ob
228	Pitirre pecho amarillo	<i>Myiozetetes cayannensis</i>	TYRANNIDAE	X	X		X			Co	Ob
229	Quieto polimosfo	<i>Attila spadiceus</i>	TYRANNIDAE			X	X			Co	Ob
230	Titiriji cabeza ceniza	<i>Poecilotriccus sylvia</i>	TYRANNIDAE	X	X					Fr	Ob

Cont...

231	Titirijí lomo cenizo	<i>Todirostrum cinereum</i>	TYRANNIDAE	X	X		X		Co	Ob
232	Viudita acuática	<i>Fluvicola pica</i>	TYRANNIDAE					X	Ab	Ob
233	Lechuza del campanario	<i>Tyto alba</i>	TYTONIDAE	X	X				Co	Ob
234	Sirirí	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	VIREONIDAE	X					Co	Ob
235	Vireo ojorojo	<i>Vireo olivaceus</i>	VIREONIDAE	X					Co	Ob

Leyenda:

Hábitat:

Bn: Bosque natural
Bp: Bosque Plantado
Pz/a: Pastizal o Pastizal arbolado
GI: Afloramiento rocoso (galeras y chaparrales)
Ca: Cuerpo de agua

Frecuencia Relativa (Fr):

Ra: Rara (1-10 ex)
Es: Escasa (11-25 ex)
Co: Común (26-100 ex)
Fr: Frecuente (>100 ex)
Ab: Abundante(>500 ex)

Técnica de Detección:

Ob: Observación directa
Hu: Huellas
Ra: Rastro y signos
Ni: Nido o madrigueras
Ca: Canto o sonido
Rep: Reportes por trabajadores

Fuente: Adaptado de González-Fernández (2010).

Adaptado de Ingeniería CAURA (2004).

Verificación en trabajos de campo por Fundación Científica *Ara macao*; Período de seguimiento 2014 – 2015.

Elaboración Propia.

Tabla 8. Especies de mamíferos.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Bn	Bp	GI	Pz /Sa	Ca	Fr	Téc. Det
1	Lapa común	<i>Agouti paca</i>	AGOUTIDAE	X					Ra	Rep
2	Zorro común	<i>Cerdocyon thous</i>	CANIDAE	X	X		X		Co	Ob
3	Zorro gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	CANIDAE	X	X		X		Es	Ob
4	Mono araguato	<i>Allouata seniculus</i>	CEBIDAE	X					Co	Ob
5	Mono capuchino	<i>Cebus olivaceus</i>	CEBIDAE	X	X				Co	Ob
6	Venado caramerudo	<i>Odocoileus virginianus</i>	CERVIDAE	X	X	X	X	X	Ab	Ob
7	Cachicamo común	<i>Dasypus novencinctus</i>	DASYPODIDAE	X			X		Co	Ob
8	Picure	<i>Dasyprocta leporina</i>	DASYPROCTIDAE	X				X	Co	Ob
9	Vampiro común	<i>Desmodus rotundus</i>	DESMODONTIDAE				X		Es	Ob
10	Vampiro alas blancas	<i>Diaemus youngi</i>	DESMODONTIDAE				X		Ra	Ob
11	Rabipelado común	<i>Didelphis marsupialis</i>	DIDELPHIDAE	X	X		X		Co	Ob
12	Comadreja llanera	<i>Marmosa robinsoni</i>	DIDELPHIDAE	X					Es	Ob
13	Casiragua común	<i>Proechimys trinitatis</i>	ECHIMYIDAE	X					Ra	Ob
14	Murciélago narizón	<i>Rhynchonycteris naso</i>	EMBALLONURIDAE		X				Co	Ob
15	Cuerpoespín	<i>Coendu prehensilis</i>	ERETHIZONTIDAE	X					Es	Ob
16	Onza	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	FELIDAE	X			X		Ra	Ob
17	Cunaguaro	<i>Leopardus pardalis</i>	FELIDAE	X	X		X		Co	Ob

Cont...

18	Puma o León	<i>Puma concolor</i>	FELIDAE	X	X	X	X		Es	Ob
19	Jaguar	<i>Panthera onca</i>	FELIDAE	X	X	X	X		Ra	Ob
20	Rata mochilera	<i>Heteromys anomalus</i>	HETEROMYIDAE	X					Ra	Ob
21	Chigüire o Capibara	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	HIDROCHAERIDAE	X	X		X	X	Ab	Ob
22	Conejo sabanero o de monte	<i>Sylvilagus floridanus</i>	LEPORIDAE	X	X		X		Ab	Ob
23	Mapurite	<i>Conepatus semistriatus</i>	MEPHITIDAE	X					Es	Rep
24	Murciélago de gorra común	<i>Eumops auripendulus</i>	MOLOSSIDAE		X				Co	Ob
25	Rata de pastizales	<i>Sigmodon alstoni</i>	MURIDAE				X		Es	Ob
26	Ratón colilargo común	<i>Oligoryzomys fulvecens</i>	MURIDAE	X	X				Es	Ob
27	Zorro guache	<i>Eira barbara</i>	MUSTELIDAE	X	X				Co	Ob
28	Zorro camacito	<i>Galictis vittata</i>	MUSTELIDAE	X					Ra	Ob
29	Oso melero	<i>Tamandua tatractyla</i>	MYRMECOPHAGIDAE	X	X		X		Es	Hu, Rep
30	Oso hormiguero	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	MYRMECOPHAGIDAE	X	X		X		Es	Ob
31	Murciélago pescador pequeño	<i>Noctilio albiventris</i>	NOCTILIONIDAE					X	Fr	Ob
32	Murciélago pescador grande	<i>Noctilio leporinus</i>	NOCTILIONIDAE					X	Fr	Ob
33	Murciélago orejudo común	<i>Micronycteris megalotis</i>	PHYLLOSTOMIDAE	X			X		Co	Ob
34	Murciélago de verrugas	<i>Trachops cirrhosus</i>	PHYLLOSTOMIDAE	X					Co	Ob
35	Murciélago nectarívoro grande	<i>Glossophaga longirostris</i>	PHYLLOSTOMIDAE	X					Fr	Ob
36	Murciélago nectarívoro pequeño	<i>Glossophaga soricina</i>	PHYLLOSTOMIDAE	X					Fr	Ob
37	Murciélago frutero común	<i>Carollia perspicillata</i>	PHYLLOSTOMIDAE	X					Fr	Ob
38	Murciélago frugívoro mayor	<i>Artibeus lituratus</i>	PHYLLOSTOMIDAE	X					Co	Ob
39	Mapache	<i>Procyon cancrivorus</i>	PROCYONIDAE		X			X	Co	Ob
40	Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>	SCIURIDAE	X	X				Co	Ob

Cont...

41	Danta o Tapir	<i>Tapirus terrestres</i>	TAPIRIDAE	X				X	Ra	Ob
42	Báquiro de collar	<i>Tayassu tajacu</i>	TAYASSUIDAE	X	X				Fr	Ob
43	Báquiro careto	<i>Tayassu pecari</i>	TAYASSUIDAE	X					Es	Ob

Leyenda:

Hábitat:

Bn: Bosque natural
Bp: Bosque Plantado
Pz/a: Pastizal o Pastizal arbolado
Gl: Afloramiento rocoso (galeras y chaparrales)
Ca: Cuerpo de agua

Frecuencia Relativa (Fr):

Ra: Rara (1-10 ex)
Es: Escasa (11-25 ex)
Co: Común (26-100 ex)
Fr: Frecuente (>100 ex)
Ab: Abundante(>300 ex)

Técnica de Detección:

Ob: Observación directa
Hu: Huellas
Ra: Rastro y signos
Ni: Nido o madrigueras
Ca: Canto o sonido
Rep: Reportes por trabajadores

Fuente: Adaptado de González-Fernández (2010).
 Verificación en campo. Período de seguimiento 2014 – 2015.
 Elaboración Propia.

Tabla 9. Especies de reptiles.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Bn	Bp	Gl	Pz/ Sa	Ca	Fr	Téc. Detec
1	Baba	<i>Caiman crocodilus</i>	ALLIGATORIDAE					X	Fr	Ob
2	Culebra morrona	<i>Amphisbaena alba</i>	AMPHISBAENIDAE	X					Ra	Ob
3	Anaconda	<i>Epicrates murinus</i>	BOIDAE					X	Es	Ob
4	Boa tornasol	<i>Epicrates maurus</i>	BOIDAE		X		X		Co	Ob
5	Tragavenado	<i>Boa constrictor</i>	BOIDAE	X			X		Es	Ob
6	Asadura	<i>Clelia clelia</i>	COLUBRIDAE				X		Es	Ob
7	Culebra amarilla	<i>Drymarchon corais</i>	COLUBRIDAE				X		Ra	Ob
8	Lora	<i>Chironius spixi</i>	COLUBRIDAE	X			X		Es	Ob
9	Matacaballo	<i>Liophis lineatus</i>	COLUBRIDAE			X			Co	Ob
10	Ratonera	<i>Mastigodryas boddaertii</i>	COLUBRIDAE		X		X		Co	Ob
11	Tigra cazadora	<i>Spilotes pullatus</i>	COLUBRIDAE		X		X		Co	Ob
12	Verde gallo	<i>Chironius carinatus</i>	COLUBRIDAE				X		Co	Ob
13	Viejita o caserita	<i>Leptodeira annulata</i>	COLUBRIDAE	X			X		Fr	Ob
14	Coral llanera	<i>Micrurus isoazonus</i>	ELAPIDAE	X			X		Es	Ob
15	Limpia casa	<i>Gonatodes vittatus</i>	GEKKONIDAE				X		Co	Ob
16	Lisa	<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	GYMNOPHTHALMIDAE	X	X				Co	Ob
17	Iguana	<i>Iguana iguana</i>	IGUANIDAE	X	X				Fr	Ob
18	Morrocoy de agua	<i>Kinosternon scorpioides</i>	KINOSTERNIDAE					X	Ra	Ob
19	Galápago	<i>Podocnemis vogli</i>	PELOMEDUSIDAE					X	Ab	Ob
20	Terecay	<i>Podocnemis unifilis</i>	PELOMEDUSIDAE					X	Es	Ob
21	Camaleoncito	<i>Norops auratus</i>	POLYCHROTIDAE		X				Es	Ob

Cont...

22	Morrocoy sabanero	<i>Chelonoidis carbonaria</i>	QUELONIDAE	X		X	X		Co	Ob
23	Cotejo común	<i>Ameiva ameiva</i>	TEIIDAE	X	X	X	X		Ab	Ob
24	Cotejo guitarrero	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	TEIIDAE	X	X				Fr	Ob
25	Mato real	<i>Tupinambis teguixin</i>	TEIIDAE				X	X	Fr	Ob
26	Quihubo común	<i>Tropidurus hispidus</i>	TROPIDURIDAE	X		X			Co	Ob
27	Cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	VIPERIDAE		X		X		Es	Ob
28	Mapanare	<i>Bothrops atrox</i>	VIPERIDAE	X	X				Es	Ob

Leyenda:

Hábitat:

Bn: Bosque natural
Bp: Bosque Plantado
Pz/a: Pastizal o Pastizal arbolado
GI: Afloramiento rocoso (galeras y chaparrales)
Ca: Cuerpo de agua

Frecuencia Relativa (Fr):

Ra: Rara (1-10 ex)
Es: Escasa (11-25 ex)
Co: Común (26-100 ex)
Fr: Frecuente (>100 ex)
Ab: Abundante (>300 ex)

Técnica de Detección:

Ob: Observación directa
Hu: Huellas
Ra: Rastro y signos
Ni: Nido o madrigueras
Ca: Canto o sonido
Rep: Reportes por trabajadores

Fuente: Adaptado de González-Fernández (2010).
 Elaboración Propia.

Tabla 10. Especies de anfibios.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Bn	Bp	Gl	Pz/ Sa	Ca	Fr	Téc. Detec.
1	Sapo verrugoso	<i>Bufo granulatus</i>	BUFONIDAE	X					Co	Ob
2	Rana	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	HYLIDAE			X		X	Co	Ca
3	Rana	<i>Dendropsophus minusculus</i>	HYLIDAE	X	X	X		X	Co	Ca
4	Ranita amarilla común	<i>Dendropsophus minutus</i>	HYLIDAE	X	X	X		X	Fr	Ca
5	Rana blanca o platanera	<i>Hypsiboas crepitans</i>	HYLIDAE	X	X			X	Es	Ob
6	Rana patito	<i>Pseudis paradoxa</i>	HYLIDAE					X	Co	Ca
7	Ranita listada	<i>Scinax ruber</i>	HYLIDAE	X	X		X	X	Es	Ca
8	Rana	<i>Scinax rostratus</i>	HYLIDAE	X	X			X	Ra	Ob
9	Rana	<i>Scinax signatus</i>	HYLIDAE	X	X			X	Es	Ca
10	Rana	<i>Trachycephalus venulosus</i>	HYLIDAE	X	X				Fr	Ca
11	Ranueco	<i>Leptodactylus bolivianus</i>	LEPTODACTYLIDAE	X		X		X	Es	Ca
12	Ranueco	<i>Leptodactylus fuscus</i>	LEPTODACTYLIDAE	X	X	X	X	X	Co	Ca
13	Ranueco	<i>Leptodactylus ocellatus</i>	LEPTODACTYLIDAE	X	X	X		X	Es	Ca
14	Ranueco	<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	LEPTODACTYLIDAE		X			X	Es	Ca
15	Ranueco	<i>Leptodactylus pustulosus</i>	LEPTODACTYLIDAE	X	X		X	X	Co	Ca
16	Ranueco	<i>Pleurodema brachyops</i>	LEPTODACTYLIDAE		X	X		X	Co	Ob
17	Ranueco	<i>Pseudopaludicola llanera</i>	LEPTODACTYLIDAE	X	X		X		Co	Ca

Cont...

18	Rana acuática	<i>Rana palmipes</i>	RANIDAE					X	Ra	Ob
19	Ranita puntiaguda	<i>Elachistocleis ovalis</i>	MICROHYLIDAE			X			Co	Ca

Leyenda:

Hábitat:

Bn: Bosque natural
Bp: Bosque Plantado
Pz/a: Pastizal o Pastizal arbolado
Gl: Afloramiento rocoso (galeras y chaparrales)
Ca: Cuerpo de agua

Frecuencia Relativa (Fr):

Ra: Rara (1-10 ex)
Es: Escasa (11-25 ex)
Co: Común (26-100 ex)
Fr: Frecuente (>100 ex)
Ab: Abundante(>300 ex)

Técnica de Detección:

Ob: Observación directa
Hu: Huellas
Ra: Rastro y signos
Ni: Nido o madrigueras
Ca: Canto o sonido
Rep: Reportes por trabajadores

Fuente: Adaptado de González-Fernández (2010).
 Elaboración Propia.

Es importante resaltar la presencia evidente de la fauna silvestre en todos los espacios del bosque plantado de eucalipto, bosques naturales, cuerpos de agua, galeras y, pastizales y sabanas; alrededor de 101 familias y 325 especies; de las cuales: 235 especies de aves (55 familias); 43 especies de mamíferos (26 familias); 28 especies de reptiles (15 familias) y 19 especies de anfibios (5 familias). En la tabla 11 y figura 23, se representa la riqueza de familias y especies por clase y su representación porcentual.

Tabla 11. Riqueza de familias y especies por clase / Porcentaje.

Clases	Familias		Especies	
	Nº	Porcentaje (%)	Nº	Porcentaje (%)
Aves	55	54,46	235	72,31
Mamíferos	26	25,74	43	13,23
Reptiles	15	14,85	28	8,62
Anfibios	5	4,95	19	5,85
TOTAL	101	100,00	325	100,00

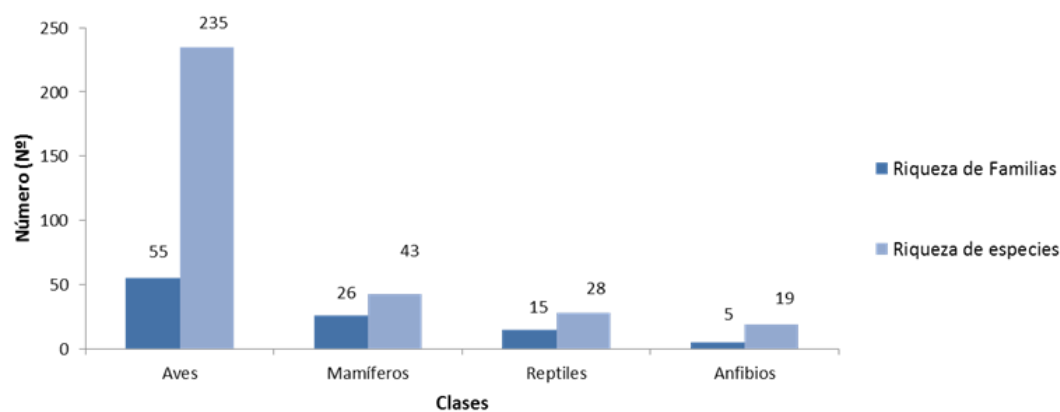
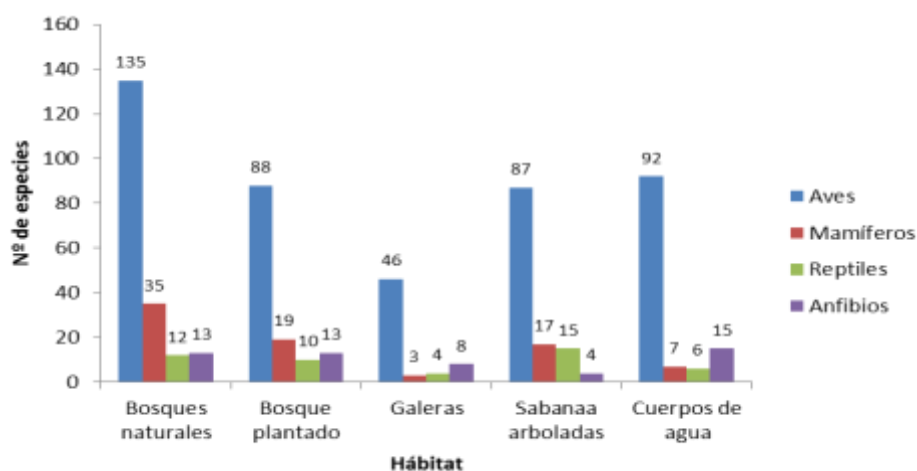


Figura 23. Riqueza de familias y especies por clase.

Seguidamente, se expresa la riqueza de especies por clase según el hábitat en la tabla 12 y figura 24; y la riqueza por hábitat en la figura 25.

Tabla 12. Riqueza de especies por clase según el hábitat.

Clases	Hábitat				
	Bn	Bp	Gl	Sa	Ca
Aves	135	88	46	87	92
Mamíferos	35	19	3	17	7
Reptiles	12	10	4	15	6
Anfibios	13	13	8	4	15
TOTAL	195	130	61	123	120

**Figura 24.** Riqueza de especies por clase según el hábitat.

Es evidente la mayor riqueza en aves, seguidamente por mamíferos, luego por los reptiles y anfibios, tanto para las familias como para las especies.

La riqueza de especies por clase según el hábitat:

- En aves: Bn>Ca>**Bp**>Sa>Gl
- En mamíferos: Bn>**Bp**>Sa>Ca>Gl
- En reptiles: Sa>Bn>**Bp**>Ca>Gl
- En los anfibios: Ca>**Bn=Bp**>Gl>Sa

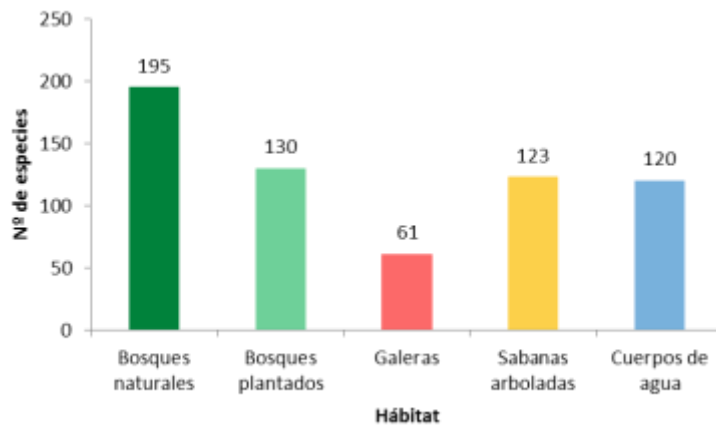


Figura 25. Riqueza de especies por hábitat.

La riqueza de especies por hábitat, arrojó que: en el Bn>Bp>Sa>Ca>Gl. Por lo que la presencia de la fauna silvestre en todos los hábitats está presente y en el bosque plantado de eucalipto transitan unas 130 especies de un total de 325.

Según Botero (2005), la presencia mayoritaria de aves representa un indicador favorable del ambiente y cuando su presencia es escasa, por acciones antrópicas que ocasionan impacto ambiental, modificando de algún modo los hábitats naturales; probablemente hay un deterioro ambiental. Los investigadores convergen con Botero, ya que la presencia de aves es significativa y el bosque plantado en consonancia con su entorno hacen un ambiente modificado desde la ecología del paisaje, pero atractivo; no solo para las aves, sino para toda la fauna silvestre.

Se aclara, que el bosque natural no es reemplazable por un bosque plantado; de hecho, el bosque natural tiene mayor riqueza que el bosque plantado de eucalipto; pero debe realizarse, la evidencia en general; es decir, que el bosque plantado, después del bosque natural, es el de mayor riqueza, seguidamente las sabanas y los cuerpos de agua, y en menor proporción, las galeras.

ESTACIÓN V

EVALUANDO LA SUSTENTABILIDAD DE LOS BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO

5.1 Introducción a la evaluación de la sustentabilidad

Los indicadores representan a un conjunto de variables en un modelo simplificado del sistema de la unidad de estudio (Achkar, 2005). Para evaluar la sustentabilidad del sistema en la unidad de estudio, se construyeron indicadores y sub-indicadores fundamentados en la experiencia de la finca DEFORSA en relación al uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado de eucalipto considerando las características elementales de agroecosistemas sustentables como marco de referencia según Astier, Maserá y Galván-Miyoshi (2008); y Flores y Sarandón et al., (2006).

Estos indicadores y sub-indicadores fueron validados por los informantes clave en talleres de trabajo y posteriormente se realizó la evaluación de la sustentabilidad en el bosque plantado de eucalipto.

Es por ello, que en todo ámbito de la producción agropecuaria, forestal y piscícola, entre otras; se debe trascender hacia un modelo más sustentable; sin embargo, el término “sustentabilidad” es un concepto ideológico y filosófico difícil de entender y llevarlo a la práctica en el campo (Astier et al., 2008).

La sustentabilidad es un concepto multidisciplinario complejo que debe cumplir simultáneamente con aspectos relacionados con las dimensiones económica, ecológica y social; esto, dificulta su operatividad.

Para que el concepto de la sustentabilidad se haga operativo, y no sea más que un ideal filosófico, implica establecer una serie de atributos de los sistemas de manejo sustentables como la resiliencia, estabilidad, adaptabilidad, productividad, confiabilidad, autogestión y equidad. Estos atributos permiten entender la capacidad

de los agroecosistemas, del cómo autorregularse, transformarse y a la vez, que sean productivos.

Para lograrlo, se desarrolló una metodología para evaluar la sustentabilidad, en la que se cuantificó y se analizaron sus objetivos y aspectos de las dimensiones ecológicas, económicas y sociales a través de indicadores.

Los indicadores, por las diversas situaciones propias de cada región o localidad, no son universales; por lo que se construyen de acuerdo al caso de estudio. Entendiéndose, que un indicador de acuerdo a Sarandón (2002), es una variable que permite medir de forma cuantitativa o cualitativa una tendencia que de otra forma no es posible.

Para construir indicadores se utilizó el Marco de Evaluación de Sistemas (MES), estos constituyen un vínculo entre el desarrollo del concepto teórico de la sustentabilidad y su operatividad (Galván-Miyoshi, Maserá y López-Ridaura, 2008) y aplicación práctica en el campo de producción.

Estos indicadores y sub-indicadores miden la distancia o la variación de un sistema ambiental (unidad de estudio: nivel nacional, regional o de finca) entre el estado inicial del sistema (tiempo actual) y el estado de transición de dicho sistema (tiempo futuro) hacia un contexto sustentable.

Para el caso de estudio, se construyeron y validaron los indicadores para evaluar la sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto en tiempo pasado o año base (2000), ya que existían registros y datos confiable y año 2014; con el fin de realizar una comparación temporal. Seguidamente se podría realizar otra evaluación en tiempo futuro y observar la transición del sistema a valores cercanos o no hacia la sustentabilidad.

5.2 Aproximación metodológica para la evaluación de la sustentabilidad

La escala temporal en la construcción de los indicadores, se realizó a través de un estudio longitudinal; es decir, una comparación temporal correspondiente al año base (2000) al año 2014 ya que existen registros y evidencias de todos los años.

La evaluación de la sustentabilidad, se realizó en dos etapas consecutivas: la segunda etapa; dependiente de la primera.

Etapa I. Construcción y validación de los indicadores y sub-indicadores de sustentabilidad del bosque plantado:

1) Definición del marco conceptual de la sustentabilidad, de la agricultura sustentable y del Manejo Forestal Sustentable. Sistematización de una combinación de métodos como el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y los Criterios e Indicadores en Sistemas Forestales propuestos por el Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR), entre otros documentos legales. Síntesis de los principios y requisitos del uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados.

2) Establecimiento del objetivo de la evaluación.

3) Caracterización de la unidad de estudio.

4) Identificación de las dimensiones de análisis, atributos y criterios de diagnóstico.

5) Identificación de los puntos críticos del sistema de manejo (fortalezas y debilidades).

6) Definición de categorías de análisis, indicadores, sub-indicadores, descripción y visión perceptiva y/u objetiva.

7) Valoración del nivel de importancia del indicador.

8) Análisis de la coherencia de los indicadores con el objetivo planteado.

9) Validación de indicadores y sub-indicadores.

10) Estandarización de indicadores.

En la construcción de los indicadores de sustentabilidad se involucraron a los informantes clave de la finca DEFORSA, a través de conversatorios, entrevistas, talleres y recorridos de campo.

En la **Etapa II** se realizó la evaluación de la sustentabilidad, cuyo resultados se analizaron a través de gráficos ameaba.

1) Toma de datos y ponderación de sub-indicadores.

2) Análisis de datos e información y presentación de resultados.

- 3) Replanteo de los indicadores y sub-indicadores.
- 4) Determinación de los puntos críticos de la sustentabilidad.

5.3 Análisis y discusión de resultados

5.3.1 Construcción y validación de indicadores

En este aspecto, se realizó el análisis por etapa, a continuación se esboza la primera:

1) Definición del marco conceptual y revisión de la literatura sobre el tema:

Para la construcción de los indicadores en bosques plantados de eucalipto se estableció el marco conceptual de la sustentabilidad, de la agricultura sustentable y en el Manejo Forestal Sustentable (MFS) el cual exige que las prácticas aplicadas a los bosques sean ambientalmente responsables, resulten socialmente beneficiosas y económicamente viables “Declaración de los Principios Forestales” (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 1992).

Partiendo del concepto de la sustentabilidad y de la agricultura sustentable; el uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado involucra un conjunto de prácticas combinadas, entre agroecológicas y convencionales que van desde la planificación conjunta en equipos de trabajo hasta acciones que pretenden proteger, conservar y mantener los ecosistemas y agroecosistemas forestales, y su funcionamiento de forma integrada y compleja; tributando a mejorar la producción de servicios ambientales, bienes económicos y sociales para darle seguimiento al progreso hacia la sustentabilidad del manejo forestal en la unidad de análisis.

Luego, se procedió a sistematizar una combinación de métodos como el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Masera, Astier y López-Rudaura, 1999; Astier, López, Pérez y Masera, 2002; Astier et. al., 2008) y los Criterios e Indicadores en Sistemas Forestales propuestos por el Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR) (Prabhu, Colfer y Dudley, 1999; y CIFOR, 1996).

Además de los documentos legales, intrínsecos del país, que contienen elementos de manejo y aprovechamientos de bosques plantados, como: Reserva de Medios

Silvestres en la Explotación de Recursos Naturales (Venezuela, 1983), el Plan Nacional de Desarrollo del Sector Forestal del Ministerio de Planificación y Desarrollo (Ministerio de Planificación y Desarrollo; 2003, Julio), Ley Orgánica del Ambiente (Venezuela, 2006), Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (Venezuela, 2008), Plan de Ordenación del Territorio del estado Cojedes (Venezuela, 2011) y Ley de Bosques (Venezuela, 2013).

También fueron considerados algunos indicadores de referencia adaptados a las condiciones reales de la finca de acuerdo a revisiones bibliográficas en los trabajos realizados por Crosara, 2001; Sarandón, 2002; Sarandón et al., 2006; Flores y Sarandón, 2006; y Sarandón, Flores, Gargoloff y Blandi, 2014.

Después de todo un análisis y discusiones al respecto, se sintetizaron los principios y requisitos del uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados:

- Mantenimiento de la capacidad productiva del agroecosistema.
- Mantenimiento de la cobertura vegetal.
- Conservación de la biodiversidad.
- Cumplimiento de la responsabilidad social.
- Impacto en la seguridad alimentaria.
- Reducción de los impactos ambientales y sociales negativos.

2) *Objetivo de la evaluación:*

Evaluar la sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto, en todas sus dimensiones: ecológica, económica y social; con el fin de identificar aquellos puntos críticos que ocasionan impactos negativos y sean considerados en la planificación, manejo y toma de decisiones acertadas en el futuro; así mismo, como fortalecer los aspectos positivos.

3) *Caracterización del sistema:*

Para la caracterización de la unidad de estudio, se procedió a la búsqueda de datos primarios y secundarios a través de trabajo de campo, observación directa, procesamiento de imagen satelital, publicaciones, series históricas y conversatorios en

aspectos económicos, sociales y ecológicos que aportaron información preliminar al objeto de estudio.

El nivel de análisis es de finca, y se caracterizaron las unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado y del área de reserva del medio silvestre, aspecto explicado en la Estación IV. Para ubicarse en el contexto, se puede visualizar en la tabla 5 las unidades de uso, manejo y aprovechamiento identificadas en el área de estudio y la primera aproximación representada en el esquema simplificado del Enfoque de Sistema, sobre la aplicación de alternativas de producción ya experimentadas y probadas en la finca DEFORSA, en la figura 22.

4) Dimensiones de análisis, atributos y criterios de diagnóstico:

En virtud de los conceptos acogido, y dadas las características de la multidimensionalidad de la sustentabilidad, se consideran las tres dimensiones: ecológica, económica y social que surgen de la definición de la sustentabilidad, agricultura sustentable; y uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado que se adoptaron en el marco conceptual.

A cada dimensión, se le han asignado atributos propios de los sistemas de manejo sustentables los cuales van a permitir entender la capacidad de autorregulación, transformación y producción de los ecosistemas y agroecosistemas integrados.

Estos atributos se definen, de acuerdo a Astier et al. (2008); como la *Estabilidad*: se considera que un sistema productivo es estable cuando tiene mecanismos internos que le permita autorregularse; es decir, que el sistema funcione. *Resiliencia*: es la velocidad con la que un componente del agroecosistema perturbado regresa a su estado por lo que refleja la eficiencia de los mecanismos de autorregulación del sistema. *Adaptabilidad*: es cuando un sistema productivo se adapta y puede reorganizarse para seguir funcionando cuando experimenta cambios internos o externos irreversibles. *Productividad*: es el nivel de bienes y servicios (rendimientos, ganancias, servicios ambientales) que brinda el sistema por unidad de tiempo y por unidad de insumo invertido. *Confiable*: es cuando se hacen reversibles los efectos a causa de agentes perturbadores. Esta depende de la frecuencia de la perturbación y

de la amplitud del rango de valores en el que el cambio es reversible. *Autogestión*: comprende la dependencia de sus propios recursos, interacciones y procesos internos para autorregularse y evolucionar. También sobre las condiciones, perturbaciones e intervenciones externas que no controla. *Autogestión*: comprende la dependencia de sus propios recursos, interacciones y procesos internos para autorregularse y evolucionar. También sobre las condiciones, perturbaciones e intervenciones externas que no controla. *Equidad*: es un mecanismo de autorregulación social que contribuye a que el sistema pueda persistir y evolucionar adecuadamente. La equidad se evidencia, si permite distribuir de manera apropiada los beneficios y costos entre los agentes sociales que participan en él.

Estos atributos interactúan entre ellos permitiendo la integración de las dimensiones (figura 26).



Figura 26. Atributos de las dimensiones de la sustentabilidad.

En relación a los atributos y criterios de diagnóstico general, se resumen en la tabla 13, con el fin de identificar los puntos críticos del sistema.

Tabla 13. Atributos y criterios de diagnóstico general.

ATRIBUTOS	CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO GENERAL
Estabilidad Resiliencia Adaptabilidad	Conservación de la diversidad biológica Conservación del suelo Aprovechamiento eficiente del agua Prácticas aplicadas al bosque plantado
Productividad	Rendimientos Eficacia y eficiencia productiva
Confiabilidad	Empleo Seguridad y salud
Autogestión	Dependencia de recursos externos Nivel de organización
Equidad	Participación del personal Responsabilidad social

5) Identificación de los puntos críticos del sistema de manejo (fortalezas y debilidades):

Luego de veinte (20) recorridos de campo (observación directa), análisis de la caracterización de la unidad de estudio, talleres y conversatorios con los informantes clave, empleados y obreros; se identificaron los puntos críticos del sistema de manejo; que no son más, que el conjunto de fortalezas y debilidades, dependiendo del atributo asignado a cada dimensión de la sustentabilidad, así se muestra en las figuras 27, 28, 29, 30 y 31.

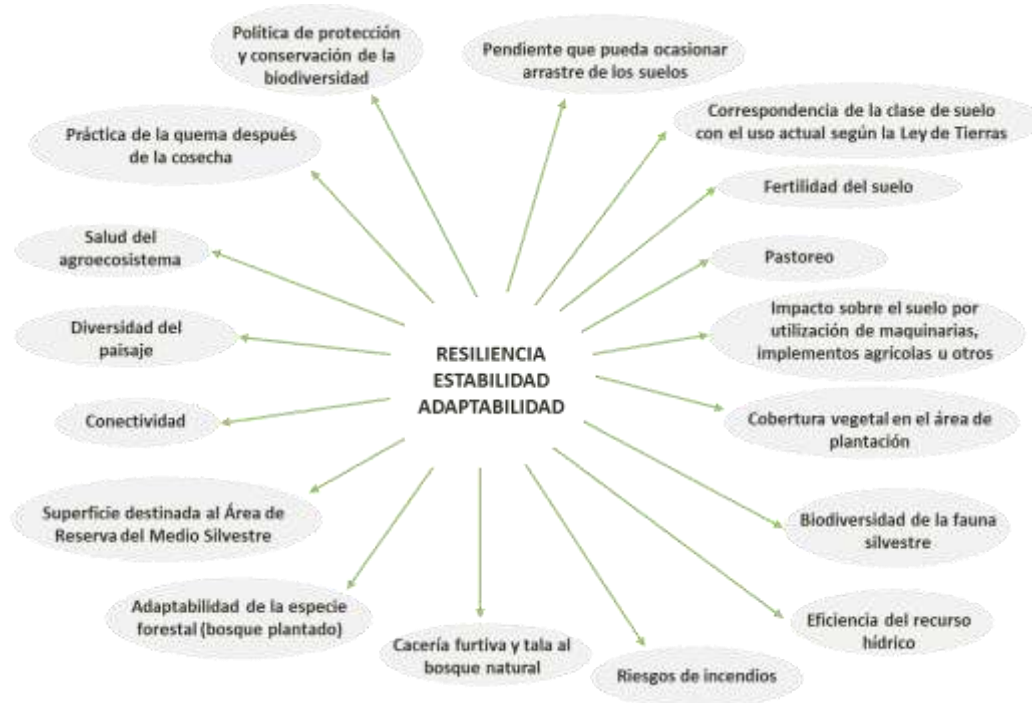


Figura 27. Puntos críticos de los atributos Resiliencia, Estabilidad y Adaptabilidad de la dimensión ecológica.



Figura 28. Puntos críticos del atributo Productividad de la dimensión económica.

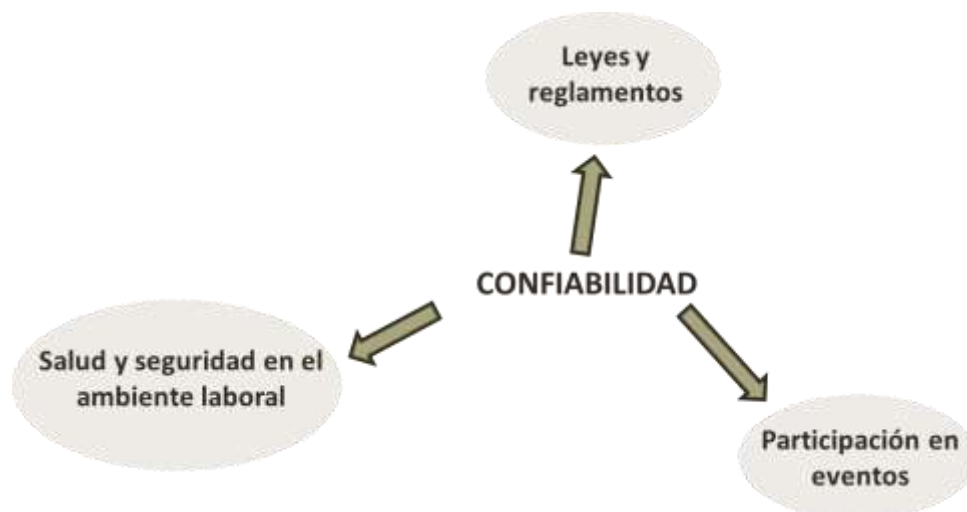


Figura 29. Puntos críticos del atributo Confiabilidad de la dimensión económica.

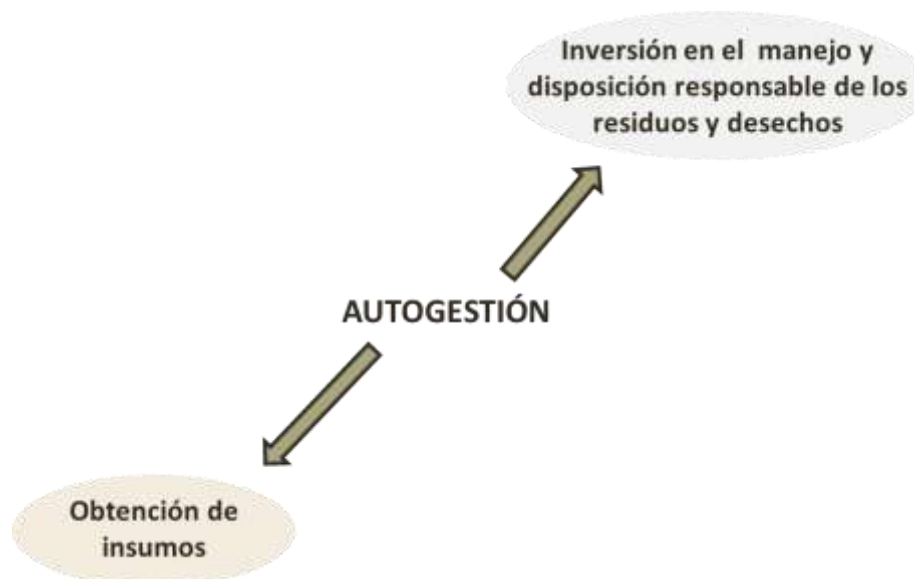


Figura 30. Puntos críticos del atributo Autogestión de la dimensión económica.

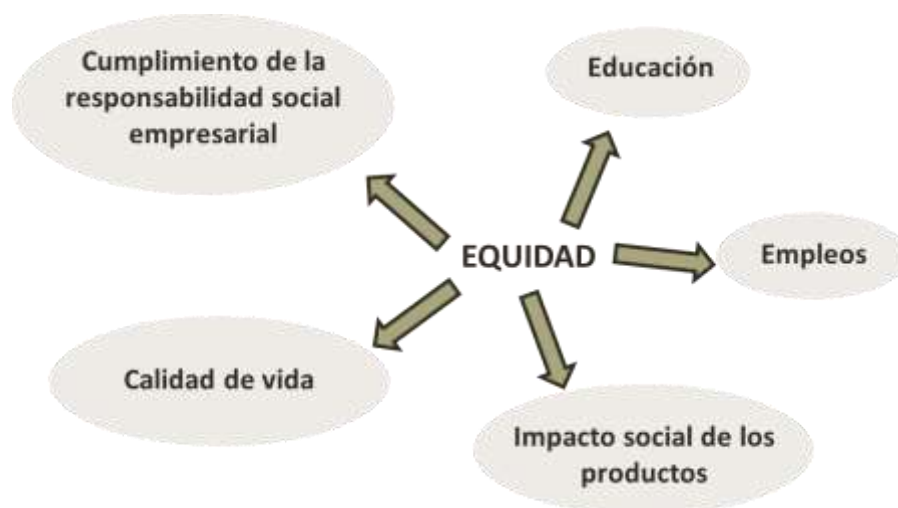


Figura 31. Puntos críticos del atributo Equidad de la dimensión social.

6) Definición de categorías de análisis, indicadores, sub-indicadores, descripción y visión perceptiva y/u objetiva:

En este aparte, se estableció una vinculación entre los puntos críticos con los indicadores (tabla 14).

Tabla 14. Puntos críticos (fortalezas y debilidades) e indicadores como instrumento base.

Puntos críticos	Indicadores
Pendiente que pueda ocasionar arrastre de los suelos	Prácticas para la conservación del suelo
Fertilidad del suelo	
Impacto sobre el suelo por utilización de maquinarias, implementos agrícolas u otros.	
Pastoreo	
Cobertura vegetal en el área de plantación	
Correspondencia de la clase de suelo con el uso actual según la Ley de Tierras	
Recurso hídrico	Disponibilidad y aprovechamiento del agua
Biodiversidad de la fauna silvestre	Diversidad de especies
Adaptabilidad de la especie forestal (bosque plantado)	
Riesgos de incendios	Implementación de medidas para la conservación de la biodiversidad
Cacería furtiva y tala del bosque natural	
Política de protección y conservación de la biodiversidad	
Superficie destinada al Área de Reserva del Medio Silvestre	Diseño y estructura de ecosistemas y agroecosistemas
Conectividad de ecosistemas	
Diversidad de paisajes	
Salud del agroecosistema	Salud del bosque plantado y prácticas para el manejo de residuos y desechos
Práctica de la quema después de la cosecha	
Producción, productividad y rentabilidad	Eficiencia de la producción
Diversificación ingresos (productos agroalimentarios)	Diversificación de ingresos
Obtención de insumos	Insumos externos
Proyectos de investigación y resultados	Aplicación de conocimientos
Inversión en el manejo y disposición responsable de los residuos y desechos	Prácticas para el manejo de residuos y desechos
Capacitación del personal	Educación y participación en eventos
Participación en eventos	
Salud y seguridad en el ambiente laboral (oficinas administrativas, depósitos, talleres mecánicos, laboratorios, vivero, biblioteca, corrales y en campo)	Salud y seguridad del personal
Leyes y reglamentos	Cumplimiento de leyes y reglamentos
Personal empleado de la comunidad	Trabajadores empleados de la comunidad
Impacto social de los productos	Impacto social de los productos agroalimentarios
Diversificación de la producción	
Cumplimiento de la responsabilidad social empresarial	Responsabilidad social empresarial

A estos indicadores se le definieron las categorías de análisis de acuerdo a la dimensión y sus respectivos sub-indicadores y descripción para cada uno; finalmente se hace mención a una visión perceptiva y/o objetiva del sub-indicador de acuerdo a las discusiones y opiniones de los informantes clave y de los investigadores (tablas 15, 16 y 17).

Tabla 15. Categorías de análisis y su visión perceptiva y/u objetiva de la Dimensión Ecológica.

Categoría	Indicador	Sub-Indicador	Descripción	Visión perceptiva y/u objetiva
Suelo	Prácticas para la conservación del suelo	Erosión hídrica en el área de la finca.	% de pendiente en el área total. Siembra en sentido perpendicular a la pendiente y presencia de restos de cosecha, hojarasca.	Entre un 10 – 20% de pendiente. En parcelas con pendientes leves, se observa el suelo desnudo y con poca presencia de materia orgánica; sin embargo, gran parte de las parcelas presentan restos de cosecha y los bosques naturales con presencia de hojarasca.
		Manejo de la fertilidad del suelo.	Aplicación de técnicas culturales para el manejo de la fertilidad del suelo. Análisis de suelo por cada ciclo del bosque plantado.	Se aplican técnicas culturales como: arado profundo con subsolador o cincel; se mantienen los restos de cosecha en el suelo. Integración de animales en la producción para el reciclaje de nutrientes. Aplicación de fertilizantes químicos para cubrir el déficit por extracción de nutrientes.
		Impacto en el suelo por labores de mecanización agrícola.	Intensidad de mecanización en las labores de preparación del suelo, control de malezas, fertilización y otras.	El suelo se prepara cada 6 años: con equipo multifuncional (subsola – rastrea – trasplanta y fertiliza); en parcelas pequeñas la siembra es manual. En caso del rebrote, no se prepara el terreno, solo se acondiciona con 1 pase de subsolador y fertilización. El control de malezas mecánico se realiza con rotativa o rolo argentino (Labranza reducida). Hay compactación del suelo por las características físicas propias.
		Impactos ambientales en el suelo por pastoreo.	Intensidad de pastoreo del ganado en los sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoril área de pastizales y sabanas, áreas de reserva natural.	El manejo integrado y complejo del ganado es de utilidad en el control de malezas y plagas en el bosque plantado; y en el bosque natural se alimenta de frutos y pastos; sin embargo, el pastoreo en el bosque natural es controversial, ya que la regeneración natural del bosque se afecta en cierto grado, pero se hace necesario para prevenir los incendios forestales (disminución del combustible) y se evitan riesgos del personal en el control de los mismos. Así mismo se reducen los costos. La carga animal es: sistema silvopastoril de alta densidad = 0,5 UA/ha; sistema silvopastoril de baja densidad = 0,75 UA/ha; pastizal = 1 UA/ha; área de reserva natural = 0,5

				UA/ha. El mantenimiento del pasto es reducido.
		Impactos ambientales en el suelo por la cosecha y transporte de la materia prima	Método de cosecha. % de carreteras y caminos en suelo de plantación	El método de cosecha es mecanizado con un equipo especializado (corta el árbol a 11cm del suelo / desrame / descorteza / seccionado / apila) en un tiempo de 56 seg/árbol. El saque (transporte de los troncos) se realiza con autocargador y lo lleva al cargador forestal (gandola). Las vías, carreteras y caminos están delimitadas claramente, ocupando un área < al 6%(en el bosque plantado), cuando el indicador promedio según la literatura en caso del bosque natural es del 6%.
		Cobertura vegetal del bosque plantado	Relación entre superficie aprovechada (cosechada) y superficie plantada (sembrada) al año	Se cosechan 350 - 500 ha/año y se planta la misma cantidad. La cosecha en la mayoría de las parcelas es ≤ 40 ha. continuas en terrenos con pendiente y ≤50 ha. continuas en terrenos planos
		Capacidad de Uso de los Suelos	% de uso del suelo con vocación forestal (bosque plantado integrado o múltiple).	El uso del suelo con vocación forestal; específicamente, integrado o múltiple es superior al 50%. Clasificación de usos del suelo de Strebin y Larreal (1989) trabajado con el Sistema de Información Geográfico (SIG). Cálculos propios.
Agua	Disponibilidad y aprovechamiento del agua	Calidad del agua.	Calidad del recurso hídrico para uso de la finca.	La finca dispone de 5 pozos profundos, que son destinados para el riego en vivero, oficinas administrativas, comedor y bebederos dispuestos en algunos potreros. La cantidad y calidad del agua para vivero es muy buena (salud de la plántulas en vivero). Para consumo animal en lagunas, una vez que los búfalos regulan su temperatura al bañarse, pierde calidad y ocasiona algunos problemas de parasitosis.
		Aprovechamiento del recurso hídrico.	Aprovechamiento eficiente del agua en la finca.	Se aprovecha el agua de forma eficiente, no se observan botes de aguas, el riego en vivero es automatizado (nebulización y por goteo). Por otra parte, hay infraestructuras como diques, alcantarillas y canales que hacen almacenar el

				agua de precipitación para utilizar en la época de sequía, por lo que las lagunas están bien distribuidas en el área total de la finca
Diversidad biológica	Diversidad de especies	Índice de Biodiversidad de la fauna silvestre e Índice de heterogeneidad	Diversidad y heterogeneidad de la fauna silvestre (mamíferos y/o aves)	Alta biodiversidad y heterogeneidad. Cálculos propios.
		Especies del bosque plantado adaptadas genéticamente a las condiciones agroecológicas del área	% de sobrevivencia al tercer año	A través del plan de mejoramiento genético, se han adaptado especies de clones a las condiciones del clima y especialmente a las características del suelo. Además, la sobrevivencia al tercer año es $\geq 90\%$ en campo.
	Implementación de medidas para la conservación de la biodiversidad	Detección oportuna, combate y extinción de incendios forestales.	Visualización oportuna de eventos a través de torres de monitoreo y vigilancia de recorrido.	Permanentemente se previenen los riesgos de incendios provenientes de afuera con cortafuegos y mantenimiento de carreteras y caminos. Para ello, se cuenta con un sistema de vigilancia las 24 horas del día; estos tienen la responsabilidad directa de detección oportuna a través de avistamiento con binoculares, mapa de triangulación y comunicación por radio para ubicar el humo. Internamente no se producen incendios; es decir, la candela entra desde fincas vecinas; cuándo esto sucede, se quema contra candela.
		Detección oportuna de la cacería furtiva y tala del bosque natural.	Visualización oportuna de eventos a través de torres de monitoreo y vigilancia de recorrido.	La caza de animales silvestres por cazadores foráneos se ha acentuado en la actualidad. No hay tala en el bosque natural (Casos aislados).
		Implementación de normas y sanciones a personas que incurran en delitos ambientales (cacería, quema, comercio ilegal, alta velocidad en las carreteras, etc.)	% de normas y sanciones implementadas.	Se aplican las normas y sanciones a personas que incurran en delitos ambientales. Previo a esto, se realizan cursos y charlas de educación ambiental frecuentemente.
	Diseño y estructura de ecosistemas y agroecosis-	Área de Reserva del Medio Silvestre (Art. 71 y 72 de la Ley de Bosques, 2013 y Decreto 1804	% del Área total (ha) de reserva del medio silvestre	El Área de Reserva del Medio Silvestre es de 3894,08 ha, que corresponde a un 36,25%.
		Conectividad de ecosistema	Continuidad, homogeneidad del	De acuerdo a lo observado en el mapa de

	temas		hábitat (no fragmentado) y regularidad (forma).	unidades (Mapa 15: Mapa de uso, manejo y aprovechamiento y área de reserva del medio silvestre) la continuidad, homogeneidad y regularidad es media.
		Diversidad de paisaje y biodiversidad	En la ecología del paisaje se distinguen tres componentes: la matriz (agroecosistema mayor), los parches (áreas no lineales que difieren del agroecosistema; es decir, bosques naturales) y corredores.	La matriz es el agroecosistema mayor (eucalipto) el cual corresponde a una composición única combinada con algunas especies de acacias. La estructura vertical varía de acuerdo a la edad y la horizontal es homogénea. Se evidencian franjas de vegetación que conectan los parches y agroecosistemas. Permiten el movimiento de la fauna, refugio, hábitat y alimento.
Bosque plantado	Salud del bosque plantado y prácticas para el manejo de residuos y desechos	Aplicación de agroquímicos	% de aplicación de agroquímicos (herbicidas, plaguicidas, fungicidas, fertilizantes, hormonas)	La reducción de plaguicidas y fungicidas principalmente ha sido significativa por la baja ocurrencia de plagas y enfermedades. El pastoreo del ganado ayuda a limpiar la plantación después del segundo año. De acuerdo a los cálculos realizados por la finca, han disminuido la aplicación de agrotóxicos alrededor del 30%.
		Práctica de la quema para reducir los residuos o desechos después de la cosecha	% de reducción en la incidencia de incendios por práctica de la quema en los bosques plantados y/o naturales.	Desde el año 2005 no se practica la quema, por lo que los residuos de cosecha (ramas gruesas son aprovechados para la producción de carbón, por cooperativa cercana) y las ramas más delgadas y hojas son incorporadas al suelo.
		Prácticas aplicadas en el manejo responsable y disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos	% de prácticas. Manejo y disposición de envases de productos agrotóxicos. Manejo y disposición de otros productos (aceites, grasas, papel, aluminio, plástico, pilas). Certificación RACDA (Registro de Actividades Capaces de Degradar el Ambiente)	A los envases plásticos de los agroquímicos se le aplica tratamiento como el tripe lavado y agujerado; luego son recolectados para llevarlo a reciclar con empresa AFAQUINA. Para los residuos y desechos de aceite y grasas se utiliza el camión presoluble el cual se traslada a campo para realizar los cambios de aceite de motor, hidráulico y aplicación de grasa (el aceite se reutiliza para las motosierras, antipolvo en carreteras y para aplicar mezcla con gusanol a animales) Se tiene Certificación RACDA.

Tabla 16. Categorías de análisis y su visión perceptiva y/u objetiva de la Dimensión Económica.

Categoría	Indicador	Sub-Indicador	Descripción	Visión perceptiva y/o objetiva
Producción y productividad	Eficiencia de la producción	Rendimientos del bosque plantado.	Rendimientos del bosque plantado expresados en m ³ /ha/año.	Los rendimientos promedios son: Pulpa: 24 m ³ /ha/año.
		Rentabilidad de la producción	Ingresos vs. costos	Datos confidenciales de la finca. Cálculos por el departamento correspondiente.
	Diversificación de ingresos y de la producción	Diversificación de ingresos de productos agroalimentarios	% de ingresos de los productos agroalimentarios asociados al bosque plantado	Se genera un 10% de ingresos en productos agroalimentarios, como: ganadería bovina, bufalina y ovina para carne.
		Diversificación de la producción	Variedad de rubros establecidos en la finca	La variedad de rubros establecidos son: eucalipto para pulpa; eucalipto para estantillos, botalones, puntales, materia prima para carbón; acacia (madera y carbón) ganadería bovina y ganadería bufalina (cría, levante y engorde) que en su momento se producía leche y queso; ganadería ovina. Producción de plántulas.
Insumos	Insumos externos	Dependencia de insumos externos	Nº de insumos externos utilizados en la finca	Insumos producidos en la finca: plántulas, becerros. Insumos externos: herbicidas, fertilizantes y otros.
Inversión	Aplicación de conocimientos	Proyectos de investigación y sus resultados aplicados a los sistemas de producción	Nº de proyectos de investigación elaborados y aplicados en la práctica.	Los trabajadores en el área de operaciones y producción, continuamente realizan proyectos de investigación a nivel de laboratorio y campo; y estos son aplicados. También se realizan investigaciones de pasantes y profesionales de otras instituciones en la finca.
	Inversión para el manejo de residuos y desechos	Inversión en la disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos	Inversión para la implementación, manejo y disposición responsable de envases de productos agrotóxicos, entre otros como: papel, aluminio, pilas, plástico. Camión presoluble (aceites y grasas)	Se evidencia la inversión para la disposición responsable de residuos y desechos. Visualmente no se observa impacto ambiental (basura, envases, derrames de aceite u otros productos en campo)

Tabla 17. Categorías de análisis y su visión perceptiva y/u objetiva de la Dimensión Social.

Categoría	Indicador	Sub-Indicador	Descripción	Visión perceptiva y/o objetiva
Educación	Educación y Participación en eventos	Capacitación del personal en el área de manejo y operaciones	% de capacitación del personal en el área de manejo y operaciones; y la implementación de normas de salud, seguridad y prevención de eventos ambientales.	Todo el personal recibe obligatoriamente charla de inducción y talleres de capacitación con instructores externos y/o internos. La charla de inducción trata sobre educación ambiental y normativas generales de la finca; y los talleres de capacitación sobre el cumplimiento de las normas de salud y seguridad; y preparación según la función a realizar. Ejemplo: los operadores de máquinas y equipos (El operador del equipo multifuncional para preparar el suelo, el operador del equipo especializado para la cosecha, etc.), el personal de siembra y fumigación, entre otros. Es obligatorio el cumplimiento y la utilización de equipos de seguridad y protección. Frecuentemente se realizan charlas de salud y seguridad (1- 3 /mes).
		Participación en eventos.	Participación en eventos científicos, seminarios, talleres, congresos en áreas pertinentes al cargo, como ponentes o asistentes.	El personal de DEFORSA participa en eventos científicos, congresos, seminarios, cursos frecuentemente (alrededor de 4 veces al año).
Salud y seguridad	Salud y seguridad del personal	Índice de incidentes y accidentes.	Índice de incidentes y accidentes con ocasión de trabajo al año.	El índice de incidencia de accidentes es bajo con pérdida de tiempo superior a los 3 días.
		Atención integral a la salud del trabajador.	Asistencia en emergencia pre-hospitalaria y la vigilancia de la salud de los trabajadores.	Se dispone de servicios médicos, equipos y ambulancia para atender emergencias pre-hospitalaria. También se evalúa frecuentemente la salud de los trabajadores.
Leyes y reglamentos	Cumplimiento de leyes y reglamentos	Cumplimiento de las leyes y demás reglamentación relacionadas con el área laboral.	Se hace una revisión de leyes, reglamentos o decretos para verificar su cumplimiento en acciones relacionadas con el área laboral.	Se cumple en más del 98%.
		Cumplimiento de las leyes y reglamentos a fines con la actividad forestal	Se hace una revisión de leyes, reglamentos o decretos para verificar su cumplimiento en acciones relacionadas con la actividad forestal	Se cumple en más del 95%.

			y manejo en DEFORSA.	
Empleos	Trabajadores empleados de la comunidad	Nº de trabajadores DEFORSA de la comunidad aledaña.	Nº de trabajadores de la comunidad aledaña que forman parte de la finca.	En la finca hay 50 empleos directos + 150 empleos indirectos. Además, se generan empleos indirectos externos, como: materia prima para carbón (carboneros); Madera o estantillos (aserraderos); plántulas (forestales o agricultores). Más del 70% de los trabajadores son de las comunidades aledañas.
Impacto social de los productos	Impacto social de los productos agroalimentarios	Impacto social de productos agroalimentarios asociados al bosque plantado	Impacto social de los productos agroalimentarios obtenidos y que están asociados al bosque plantado los cuales se expresan en el porcentaje del área utilizada para tal fin.	Alrededor del 50% es el área utilizada para producir productos agroalimentarios asociados al bosque, estos son destinados a beneficios sociales y personal de DEFORSA; como: arroz, harina de maíz procesada, café procesado, miel.
Responsabilidad social	Responsabilidad social empresarial	Visitantes recibidos / año.	Nº de visitantes recibidos al año. A estos se le realizan recorridos de campo guiado y demostrativo.	Se reciben visitantes; en su mayoría estudiantes de escuelas, liceos y universidades; maestros, profesores, maestrantes, doctorandos, productores agropecuarias y forestales e investigadores. A todos, se le imparte una charla sobre educación ambiental y luego un recorrido de campo a través de visita guiada y demostrativa. El Nº de visitantes del año base es de 1000.
		Calidad de vida del trabajador	Calidad de vida del trabajador DEFORSA en el ambiente de trabajo.	Al trabajador se le imparten normas de salud y seguridad, capacitación para el manejo u operaciones de equipos, gozan de uniformes, comedor (almuerzo), transporte; y el ambiente de trabajo en oficinas, vivero y campo son confortables.
		Personal empleado con discapacidad	Relación 1:50 (Un trabajador con discapacidad por cada 50 trabajadores) y su permanencia	Hay 2 casos de empleados en condición de discapacidad.
		Calidad de vida de las comunidades adyacentes	% de actividades y evidencias de cómo la finca ha contribuido a mejorar la calidad de vida de las comunidades adyacentes.	Generación de empleo, alimentos, equipamiento audiovisual en la escuela de la comunidad de Conaima y reconstrucción de los baños. Acondicionamiento de la carretera y aplicación de anti-polvo. Generación de impuestos a la nación.

				Se realizan talleres educativos para el fortalecimiento de valores y principios en los niños de la comunidad. Se realizan charlas de educación ambiental, jornadas con la cruz roja, dengue. Donación de papel a las instituciones. El transporte ayuda en la comunidad en las horas de la mañana y de la tarde.
		Actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades	% de actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social	El personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades: día del niño, actividades decembrinas, día de las Madres
		Valor agregado compartido	Transferencia de tecnologías a pequeños y medianos productores	Transferencia de tecnología a medianos o pequeños productores. Ejemplo: La Carbonera y otros.

7) Valoración del nivel de importancia del indicador:

Para la construcción e interpretación de un indicador es fundamental su ponderación, la cual es inevitable. A su vez, no todos los sub-indicadores (para este caso) tienen el mismo valor o peso para la sustentabilidad, lo que significa, que unos sub-indicadores son más importantes que otros independientemente de la escala de valores que tengan.

Para darle el nivel de importancia a cada sub-indicador, se consideraron fundamentalmente dos criterios: la reversibilidad y la adaptabilidad.

La reversibilidad es la posibilidad o dificultad de volver a la situación inicial; y cuanto más difícil, más importante será el indicador. Por ejemplo, de acuerdo a este criterio, la conservación del suelo será más importante que la fertilidad química, ya que esta se puede reestablecer con la aplicación de fertilizantes; pero no es fácil reconstruir el suelo una vez que ha sufrido efectos negativos.

La adaptabilidad depende de la capacidad de comprensión del funcionamiento del sistema. Por ejemplo, la conservación de la diversidad vegetal, sería más importante que la diversidad de mamíferos; ya que la primera es el hábitat de la fauna silvestre y sin ella no podría existir.

Por lo antes expuesto, se planteó una escala de valoración del nivel de importancia del sub-indicador del 1 al 3: el máximo valor representa el nivel de importancia más alto y el mínimo valor el nivel menos importante.

- 3: Muy importante
- 2: Medianamente importante
- 1: Poco importante

Cabe destacar, que la determinación del nivel de importancia del sub-indicador debe realizarse antes de la evaluación de la sustentabilidad y no después; ya que el rol que cumple el indicador o sub-indicador es independiente de lo que se encuentre en el campo o análisis de datos.

Ejemplo para valorar el nivel de importancia: El Indicador A, tiene 3 sub-indicadores; y si cada sub-indicador tiene el mismo valor de importancia; entonces:

$$A1 = 5; A2 = 3; A3 = 1$$

El promedio del valor del Indicador A:

$$A = (5 + 3 + 1) / 3 = 3$$

$$\mathbf{A = 3.}$$

Ahora, con el mismo ejemplo: $A1 = 5$; $A2 = 3$; $A3 = 1$, pero con el Valor de Importancia diferente, se tiene que:

$$A1 = 5 \text{ (VNI = 1)}; A2 = 3 \text{ (VNI = 3)}; A3 = 1 \text{ (VNI = 2)}:$$

$$A = [(5 \times 1) + (3 \times 3) + (1 \times 2)] / 6$$

$$\mathbf{A = 2,67}$$

Es evidente que de acuerdo a la valoración del nivel de importancia que tiene cada sub-indicador, el valor del indicador es diferente.

En las tablas 18, 19 y 20 muestra la valoración del nivel de importancia de los indicadores correspondientes a cada dimensión.

Tabla 18. Valoración del Nivel de Importancia de los sub-indicadores (Dimensión Ecológica).

Categoría	Indicador	Sub-Indicador	Descripción	V.N.I (1-3)
Suelo (S)	Prácticas para la conservación del suelo	Erosión hídrica	% de pendiente en el área total. Siembra en sentido perpendicular a la pendiente y presencia de restos de cosecha, hojarasca	3
		Manejo de la fertilidad del suelo	Aplicación de técnicas culturales para el manejo de la fertilidad del suelo. Análisis de suelo por cada ciclo del bosque plantado	2
		Impacto en el suelo por labores de mecanización agrícola	Intensidad de mecanización en las labores de preparación del suelo, control de malezas, fertilización y otras	1
		Impactos ambientales en el suelo por pastoreo	Intensidad del pastoreo del ganado en los sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoril área de pastizales y sabanas, áreas de reserva natural	1
		Impactos ambientales en el suelo por la cosecha y transporte de la materia prima	Método de cosecha. % de carreteras y caminos en suelo de plantación	1
		Cobertura vegetal del bosque plantado	Relación entre superficie aprovechada (cosechada) y superficie plantada (sembrada) al año. Área de cosecha: ≤ 40 ha. continuas en terrenos con pendiente y ≤ 50 ha. continuas en terrenos planos	2
		Capacidad de Uso de los Suelos	% de uso del suelo con vocación forestal (bosque plantado integrado o múltiple).	3
Agua (A)	Disponibilidad y aprovechamiento del agua	Calidad del agua	Calidad del recurso hídrico para uso de la finca.	1
		Aprovechamiento del recurso hídrico	Aprovechamiento eficiente del agua en la finca.	3
Diversidad biológica (DB)	Diversidad de especies	Índice de Biodiversidad de la fauna silvestre e Índice de heterogeneidad	Diversidad y heterogeneidad de la fauna silvestre para la zona (mamíferos y/o aves)	3
		Especies del bosque plantado adaptadas genéticamente a las condiciones agroecológicas del área	% de sobrevivencia al tercer año	2
	Implementación de medidas para la	Detección oportuna, combate y extinción de incendios forestales	Visualización oportuna de eventos a través de torres de monitoreo y vigilancia de recorrido.	3
		Detección oportuna de la cacería furtiva y tala del	Visualización oportuna de eventos a través de torres de	1

	conservación de la biodiversidad	bosque natural	monitoreo y vigilancia de recorrido.	
		Implementación de normas y sanciones a personas que incurran en delitos ambientales (cacería, quema, comercio ilegal, alta velocidad en las carreteras, etc.)	% de normas y sanciones implementadas.	2
	Diseño y estructura de ecosistemas y agroecosistemas	Área de Reserva del Medio Silvestre (Art. 71 y 72 de la Ley de Bosques, 2013 y Decreto 1804	% del Área total (ha) de reserva del medio silvestre	3
		Conectividad de ecosistemas	Continuidad, homogeneidad del hábitat (no fragmentado) y regularidad (forma).	3
		Diversidad de paisaje y biodiversidad	En la ecología del paisaje se distinguen tres componentes: la matriz (agroecosistema mayor), los parches (áreas no lineales que difieren del agroecosistema; es decir, bosques naturales) y corredores	2
Bosque plantado (Bp)	Salud del bosque plantado y prácticas para el manejo de residuos y desechos	Aplicación de agroquímicos	% de aplicación de agroquímicos (herbicidas, plaguicidas, fungicidas, fertilizantes, hormonas)	1
		Práctica de la quema para reducir los residuos o desechos después de la cosecha	% de reducción en la incidencia de incendios por práctica de la quema en los bosques plantados y/o naturales.	3
		Prácticas aplicadas en el manejo responsable y disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos	% de prácticas. Manejo y disposición de envases de productos agrotóxicos. Manejo y disposición de otros productos (aceites, grasas, papel, aluminio, plástico, pilas). Certificación RACDA (Registro de Actividades Capaces de Degradar el Ambiente)	2

*VNI: Valor del Nivel de Importancia del indicador.

Escala:

3: Muy importante

2: Medianamente importante

1: Poco importante

Tabla 19. Valoración del Nivel de Importancia de los sub-indicadores (Dimensión Económica).

Categoría	Indicador	Sub-Indicador	Descripción	V.N.I (1-3)
Producción y productividad (Pp)	Eficiencia de la producción	Rendimientos del bosque plantado	Rendimientos del bosque plantado expresados en m ³ /ha/año	3
		Rentabilidad de la producción	Ingresos vs. costos	2
	Diversificación de ingresos y de la producción	Diversificación de ingresos de productos agroalimentarios	% de ingresos de los productos agroalimentarios asociados al bosque plantado	1
		Diversificación de la producción	Variedad de rubros establecidos en la finca	2
Insumos (Ins)	Insumos externos	Dependencia de insumos externos	Nº de insumos externos utilizados en la finca	3
Inversión (Inv)	Aplicación de conocimientos	Proyectos de investigación y sus resultados aplicados a los sistemas de producción	Nº de proyectos de investigación elaborados y aplicados en la práctica	2
	Inversión para el manejo de residuos y desechos	Inversión en la disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos	Inversión para la implementación, manejo y disposición responsable de envases de productos agrotóxicos, entre otros como: papel, aluminio, pilas, plástico. Camión presoluble (aceites y grasas)	3

*VNI: Valor del Nivel de Importancia del indicador.

Escala:

3: Muy importante

2: Medianamente importante

1: Poco importante

Tabla 20. Valoración del Nivel de Importancia de los sub-indicadores (Dimensión Social).

Categoría	Indicador	Sub-Indicador	Descripción	V.N.I (1-3)
Educación y Participación (Ed)	Educación y Participación en eventos	Capacitación del personal en el área de manejo y operaciones	% de capacitación del personal en el área de manejo y operaciones; y la implementación de normas de salud, seguridad y prevención de eventos ambientales.	2
		Participación en eventos.	Participación en eventos científicos, seminarios, talleres, congresos en áreas pertinentes al cargo, como ponentes o asistentes.	1
Salud y seguridad (SS)	Salud y seguridad del personal	Índice de incidentes y accidentes	Índice de incidentes y accidentes con ocasión de trabajo al año.	3
		Atención integral a la salud del trabajador.	Asistencia en emergencia pre-hospitalaria y la vigilancia de la salud de los trabajadores.	2
Leyes y reglamentos (Ly)	Cumplimiento de leyes y reglamentos	Cumplimiento de las leyes y demás reglamentación relacionadas con el área laboral.	Se hace una revisión de leyes, reglamentos o decretos para verificar su cumplimiento en acciones relacionadas con el área laboral.	3
		Cumplimiento de las leyes y reglamentos a fines con la actividad forestal	Se hace una revisión de leyes, reglamentos o decretos para verificar su cumplimiento en acciones relacionadas con la actividad forestal y manejo en DEFORSA.	2
Empleos (Emp)	Trabajadores empleados de la comunidad	Nº de trabajadores DEFORSA de la comunidad aledaña.	Nº de trabajadores de la comunidad aledaña que forman parte de la finca.	2
Impacto social de los productos (Isp)	Impacto social de los productos agroalimentarios	Impacto social de productos agroalimentarios asociados al bosque plantado	Impacto social de productos agroalimentarios obtenidos y asociados al bosque plantado los cuales se expresan en porcentaje del área utilizada para tal fin.	3
Responsabilidad social (RS)	Responsabilidad social empresarial	Visitantes recibidos al año.	Nº de visitantes recibidos al año. A estos se le realizan recorridos de campo guiado y demostrativo.	1
		Calidad de vida del trabajador	Calidad de vida del trabajador DEFORSA en el ambiente de trabajo.	3
		Personal empleado con discapacidad	Relación 1:50 (Un trabajador con discapacidad por cada 50 trabajadores) y su permanencia	1
		Calidad de vida de las comunidades adyacentes	% de actividades y evidencias de cómo la finca ha contribuido a mejorar la calidad de vida de las comunidades adyacentes	1

		Actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades	% de actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social	2
		Valor agregado compartido	Transferencia de tecnologías a pequeños y medianos productores	1

*VNI: Valor del Nivel de Importancia del indicador.

Escala:

3: Muy importante

2: Medianamente importante

1: Poco importante

8) *Análisis de la coherencia de los indicadores con el objetivo planteado. Pertinencia*

Después de realizado los pasos anteriores, se revisó y verificó si cada indicador y sub-indicador cumplían con los criterios del marco MESMIS, que se describen a continuación, de acuerdo con Masera et al., (1999) y Sarandón (2002).

- Ser adecuados para el objetivo de evaluación y tener relación con los requisitos de la sustentabilidad.
- Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo de la evaluación.
- Ser claro y fácil de interpretar, no ambiguo.
- Contar con valores de referencias o parámetros superiores e inferiores.
- Ser expresados en unidades equivalentes por medio de transformaciones apropiadas.

Escalas cualitativas.

- Ser de fácil recolección y confiables.
- Evitar el sesgado o ser independiente del observador o recolector de la información.
- Ser integradores; es decir, en lo posible dar información condensada sobre varios atributos importantes del sistema.
- Estar adaptados a las capacidades del equipo de trabajo.
- De características universales, pero adaptado al contexto de análisis.
- Por lo menos, algunos de los indicadores, deben ser instrumentos de política para los manejadores de los recursos ambientales.

Aquellos indicadores o sub-indicadores que no cumplían con dos o más de los criterios anteriores, en consenso, fueron eliminados.

9) *Validación de indicadores y sub-indicadores*

Luego de valorar el nivel de importancia de los sub-indicadores y del análisis de la coherencia y pertinencia, se validaron los indicadores en consenso, con todos los informantes clave, y un observador externo con conocimientos en el área de estudio. En este aparte, fueron consideradas todos los aportes y observaciones pertinentes.

10) *Estandarización de indicadores*

Cada indicador se expresa en unidades diferentes para cuantificar cada aspecto de la dimensión ecológica, económica y social; esto dificulta la interpretación de los resultados. Por eso, se estandarizaron los sub-indicadores y se elaboró una escala sencilla cuya amplitud fue moderada, de fácil construcción, adecuada sensibilidad de análisis y se le asignaron valores coherentes a cada sub-indicador.

La escala de medición de los indicadores y sub-indicadores de sustentabilidad fue de 1-5, previo acuerdo con los informantes involucrados; donde 5 corresponde al mayor valor de la sustentabilidad y 1 al menor valor.

A cada sub-indicador, se le estableció un parámetro o valoración, ampliando los detalles, en el siguiente paso de la Etapa II.

5.3.2 Evaluación de la sustentabilidad

Una vez contruidos y validado los indicadores, se procedió; en una segunda etapa, evaluar la sustentabilidad:

1) Toma de datos y ponderación de sub-indicadores

Para la toma de datos y evaluar la sustentabilidad se diseñó un instrumento adecuado para tal fin. En tabla matriz se identificó la categoría y la dimensión. Luego el sub-indicador, breve descripción del sub-indicador, fórmula o apreciación, parámetros y valoración, y técnica utilizada en la valoración del sub-indicador. Al lado de la columna de parámetros y valoración, se encuentra una escala descendiente del 5 al 1, siendo 5 el mayor valor y 1 el menor valor (tablas desde la 21 a la 33).

Los informantes clave y otros participantes se conformaron por supervisores, ingenieros y técnicos de campo en vivero, ganadería, seguridad y gestión ambiental. Se contó con la presencia del tutor de esta Tesis (Dr. Jesús Aranguren). La dinámica consistió en realizar una presentación del instrumento previamente construido por ellos mismos, en el programa Power Point, donde los informantes clave y participantes le asignaron la valoración (del 5 al 1) dada la discusión en consenso marcando con un “círculo” la puntuación asignada. Esta puntuación se realizó para los años 2000 y 2014. Ver tablas 34 y 35.

Tabla 21. Evaluación de la categoría Suelo (Dimensión Ecológica).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y valoración		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Erosión hídrica en el área de la finca (E1:1)	% de pendiente en el área total. Siembra en sentido perpendicular a la pendiente y presencia de restos de cosecha, hojarasca.	% del área afectada = (área erosionada / Área total) x 100	No hay evidencias de erosión en todo el área	5	Observación directa (Verificación directa en campo)
			Evidencias de erosión (10 - 20 % del área)	4	
			Evidencias de erosión (>20 – 30% del área)	3	
			Evidencias de erosión (>30 - 50% del área)	2	
			Evidencias de erosión en más del 50% del área	1	
Manejo de la fertilidad del suelo (E1:2)	Aplicación de técnicas culturales para el manejo de la fertilidad del suelo. Análisis de suelo por cada ciclo del bosque plantado.	Comparación de resultados antes del corte de cada plantación; es decir, resultado inicial y final. ¿Extracción de nutrientes es > a la reposición natural?	Máxima aplicación de técnicas culturales para el manejo de la fertilidad del suelo	5	Análisis documental (Registros de análisis de suelo) Conversatorio
			Buena aplicación de técnicas culturales para el manejo de la fertilidad del suelo	4	
			Regular aplicación de técnicas culturales para el manejo de la fertilidad del suelo	3	
			Mínima aplicación de técnicas culturales para el manejo de la fertilidad del suelo	2	
			Ninguna	1	
Impacto en el suelo por labores de mecanización agrícola (E1:3)	Intensidad de mecanización en labores de preparación del suelo, control de malezas, fertilización y otras.	Aplicación de labranza máxima, labranza reducida o mínima labranza. Presencia de restos de cosecha.	Cero “0” labranza. Se evidencia más del 90% de restos de cosecha	5	Verificación directa en campo. Conversatorio
			Labranza reducida con equipo multifuncional. Roturado del suelo con cincel a profundidades > 30 cm. Al menos se observa un 30% de restos de cosecha.	4	
			Mínima labranza. Roturado del suelo con arado o cincel a profundidades < 30 cm. Se evidencia más del 30% de restos de cosecha.	3	
			Labranza convencional. Se evidencias restos de cosecha en un 5% ó no se observan	2	
			Máxima labranza. No se evidencian restos de cosecha	1	

Impactos ambientales en el suelo por pastoreo (E1:4)	Intensidad de pastoreo del ganado en los sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoril área de pastizales y sabanas, áreas de reserva natural	Carga animal de acuerdo a la unidad de uso y manejo. Tipo de pastoreo: continuo o rotativo.	Baja intensidad de pastoreo. Alto pastoreo rotacional	5	Verificación directa en campo. Conversatorio
			Mediana intensidad de pastoreo. Mediano pastoreo rotacional	4	
			Adecuada carga animal y pastoreo rotacional	3	
			Alta intensidad de pastoreo. Compactación de suelo	2	
			Sobrepastoreo y mayor compactación del suelo	1	
Impactos ambientales en el suelo por la cosecha y transporte de la materia prima (E1:5)	Método de cosecha. % de carreteras y caminos en suelo de plantación	Utilización de maquinarias y equipos. $X = (\text{Área de carretera y caminos} / \text{Área total}) \times 100$	Utilización de maquinarias y equipos de bajo impacto. El % de carreteras y caminos es \leq al 6%	5	Observación directa. Resultados de la caracterización
			Utilización de maquinarias y equipos de bajo impacto. El % de carreteras y caminos ($>6 - 8\%$)	4	
			Utilización de maquinaria y equipos convencionales. El % de carreteras y caminos es $>$ al 6%	3	
			Utilización de maquinaria pesada y equipos convencionales. El % de carreteras y caminos es $>$ 10 %	2	
			Utilización de maquinaria pesada y equipos convencionales. El % de carreteras y caminos impacta considerablemente en el área del bosque	1	
Cobertura vegetal del bosque plantado (E1:6)	Relación entre superficie aprovechada (cosechada) y superficie plantada	$X = [(\text{Área total de cobertura vegetal del}$	Se mantiene la relación entre el área aprovechada (cosechada) y área sembrada sin afectar el área de reserva del medio silvestre. La	5	Resultados de la caracterización

	(sembrada) al año	bosque plantado – Área de suelo sin cobertura vegetal cosechada) + Área sembrada]	cosecha es ≤ 40 ha. continuas en terrenos con pendiente y ≤ 50 ha. continuas en terrenos planos		
			Se incrementa el área de siembra y se mantiene el área de reserva del medio silvestre. La cosecha es ≤ 40 ha. continuas en terrenos con pendiente y ≤ 50 ha. continuas en terrenos planos	4	
			Se incrementa el área de siembra y se disminuye el área de reserva del medio silvestre manteniendo el área establecida según la ley. La cosecha es ≤ 40 ha. continuas en terrenos con pendiente y ≤ 50 ha. continuas en terrenos planos	3	
			El área aprovechada (cosechada) es mayor al área sembrada o la cosecha es ≥ 40 ha. continuas en terrenos con pendiente y ≥ 50 ha. continuas en terrenos planos	2	
			El área aprovechada (cosechada) es mayor al área sembrada (falla la planificación y/o el manejo) o la cosecha es ≥ 40 ha. continuas en terrenos con pendiente y ≥ 50 ha. continuas en terrenos planos	1	
Capacidad de Uso de los Suelos (E1:7)	% de uso del suelo con vocación forestal (bosque plantado integrado o múltiple).	$X = (\text{Área de bosque plantado integrados o múltiples sobre suelos de clase IV; V y VI} / \text{Área de suelos clase IV, V y VI}) \times 100$	Correspondencia $\geq 90\%$	5	Registros (Análisis documental)
			Correspondencia $\geq 70\%$ y $< 90\%$	4	
			Correspondencia ≥ 50 y $< 70\%$	3	
			Correspondencia ≥ 20 y $< 50\%$	2	
			Correspondencia $< 20\%$	1	

Tabla 22. Evaluación de la categoría Agua (Dimensión Ecológica).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y Valoración		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Calidad del agua (E2:1)	Calidad del recurso hídrico para uso de la finca.	Valoración de acuerdo a los análisis y salud de las plántulas. ¿Es suficiente la cantidad de agua para consumo animal? ¿Hay evidencias de contaminación en los cuerpos de agua? ¿Afectación a nivel de cuenca o microcuenca?	Excelente calidad del agua	5	Análisis documental (Análisis de agua) Conversatorio
			Muy buena calidad del agua	4	
			Buena calidad del agua	3	
			Baja calidad del agua	2	
			Mala calidad del agua	1	
Aprovechamiento del recurso hídrico (E2:2)	Aprovechamiento eficiente del agua en la finca.	$V \text{ (m}^3\text{) disponible por época / área total) } \times 100$	Excelente aprovechamiento del agua	5	Conversatorio y observación directa
			Muy buen aprovechamiento del agua	4	
			Buen aprovechamiento del agua	3	
			Bajo aprovechamiento del agua	2	
			Deficiente aprovechamiento del agua	1	

Tabla 23. Evaluación de la categoría Diversidad biológica (Dimensión Ecológica).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Índice de Biodiversidad de la fauna silvestre e Índice de heterogeneidad (E3:1)	Diversidad y heterogeneidad de la fauna silvestre para la zona (mamíferos y/o aves)	Índice de Shannon y Wiener (H') y Índice de Simpson (D) Índices para la zona	Alta diversidad de fauna y heterogeneidad para la zona	5	Verificación directa en campo Conversatorio Chequeo con conocedores del lugar Cálculos propios
			Mediana diversidad de fauna y alta heterogeneidad	4	
			Mediana diversidad de fauna y heterogeneidad	3	
			Baja diversidad de fauna y heterogeneidad	2	
			Muy Baja diversidad de fauna y heterogeneidad	1	
Especies del bosque plantado adaptadas genéticamente a las condiciones agroecológicas del área (E3:2)	% de sobrevivencia al tercer año	$X = (\text{N}^\circ \text{ de plantas al tercer año} \times 100) / \text{N}^\circ \text{ de plantas sembradas al primer año}$	% de sobrevivencia ≥ 90 al tercer año	5	Análisis documental (Registros) Chequeo con el personal
			% de sobrevivencia ≥ 85 y < 90 al tercer año	4	
			% de sobrevivencia ≥ 80 y < 85 al tercer año	3	
			% de sobrevivencia ≥ 75 y < 80 al tercer año	2	
			% de sobrevivencia < 75 al tercer año	1	
Detección oportuna, combate y extinción de incendios forestales. (E4:1)	Visualización oportuna de eventos a través de torres de monitoreo y vigilancia de recorrido.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de eventos ocurridos al año} / \text{Frecuencia de ocurrencia de eventos al año}) \times 100$	Alta detección oportuna del evento (90 – 100%)	5	Análisis documental (Registro) Conversatorio Observación directa (Evidencias en campo)
			Buena detección oportuna del evento (75- 90%)	4	
			Detección oportuna del evento (50 – 75%)	3	
			Regular detección oportuna del evento ($< 50\%$)	2	
			No hay detección oportuna del evento	1	
Detección oportuna de la cacería furtiva y tala del bosque natural. (E4:2)	Visualización oportuna de eventos a través de torres de monitoreo y vigilancia de recorrido.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de eventos ocurridos al año} / \text{Frecuencia de ocurrencia de eventos al año}) \times 100$	Alta detección oportuna del evento (90-100%)	5	Registros y Diálogo directo con el personal Evidencias en campo
			Buena detección oportuna del evento (75- 90%)	4	
			Detección oportuna del evento (50- 75%)	3	
			Regular detección oportuna del evento ($< 50\%$)	2	
			No hay detección oportuna del evento	1	

Implementación de normas y sanciones a personas que incurran en delitos ambientales (cacería, quema, comercio ilegal, alta velocidad en las carreteras, etc.) (E4:3)	% de normas y sanciones implementadas.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de normas y sanciones implementadas por año} / \text{N}^\circ \text{ de normas y sanciones internas y externas}) \times 100$	Normas y sanciones aplicadas $\geq 99\%$	5	Análisis documental (Registros) Conversatorio y diálogo directo con el personal
			Normas y sanciones aplicadas ≥ 85 y $< 99\%$	4	
			Normas y sanciones aplicadas ≥ 70 y $< 85\%$	3	
			Normas y sanciones aplicadas ≥ 50 y $< 70\%$	2	
			Normas y sanciones aplicadas $< 50\%$ ó no se aplican	1	
Área de Reserva del Medio Silvestre (Art. 71 y 72 de la Ley de Bosques, 2013 y Decreto 1804) (E5:1)	% del Área total (ha) de reserva del medio silvestre	$X = (\text{N}^\circ \text{ de ha. del Área de reserva del medio silvestre} \times 100) / \text{N}^\circ \text{ de ha. del Área total}$	Área de reserva del medio silvestre $\geq 20\%$	5	Análisis documental (Registros) y Resultados de la caracterización
			Área de reserva del medio silvestre (artificial) $\geq 20\%$	4	
			Área de reserva del medio silvestre $< 20\%$	3	
			Área de reserva del medio silvestre $< 15\%$	2	
			Área de reserva del medio silvestre: 0% -10%	1	
Conectividad de ecosistemas (E5:2)	Continuidad, homogeneidad del hábitat (no fragmentado) y regularidad (forma).	Representación de la conectividad	Conectividad espacial alta ($\geq 75 - 100\%$)	5	Resultados de la caracterización y Observación directa (verificación directa en campo)
			Conectividad espacial media (50 a $< 75\%$)	4	
			Conectividad espacial baja (25 a $< 50\%$)	3	
			Conectividad espacial muy baja (12 a $< 25\%$)	2	
			No hay conectividad ($< 12\%$)	1	
Diversidad de paisaje y biodiversidad (E5:3)	En la ecología del paisaje se distinguen tres componentes: la matriz (agroecosistema mayor), los parches (áreas no lineales que difieren del agroecosistema; es decir, bosques naturales) y corredores	$>$ heterogeneidad del paisaje; $>$ biodiversidad	Paisaje muy heterogéneo mayor conservación de la biodiversidad	5	Diálogo con el personal y Verificación directa en campo
			Paisaje medianamente heterogéneo y biodiverso	4	
			Paisaje heterogéneo y biodiverso	3	
			Paisaje homogéneo y menor biodiversidad	2	
			Paisaje muy homogéneo con baja biodiversidad	1	

Tabla 24. Evaluación de la categoría Bosque plantado (Dimensión Ecológica).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Medición	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Aplicación de agroquímicos (E6:1)	% de aplicación de agroquímicos (herbicidas, plaguicidas, fungicidas, fertilizantes, hormonas)	$X = [(N^{\circ} \text{ de aplicaciones de agroquímicos año base} - N^{\circ} \text{ de aplicaciones en el año actual}) / N^{\circ} \text{ de aplicaciones del año base}] \times 100$	No se aplican agroquímicos	5	Registros Conversatorio y diálogo con el personal
			Disminución de aplicación $\geq 80\%$	4	
			Disminución de aplicación $\geq 50\%$	3	
			Disminución de aplicación $\geq 30\%$	2	
			Aplicación de agroquímicos al 100%	1	
Práctica de la quema para reducir los residuos después de la cosecha (E6:2)	% de reducción en la incidencia de incendios por práctica de la quema en los bosques plantados	$X = [(\Sigma \text{ superficie quemada del año base} - \Sigma \text{ superficie quemada del año actual}) / \Sigma \text{ superficie quemada del año base}] \times 100$	No se práctica la quema y se aprovechan los residuos después de la cosecha	5	Registros y Diálogo directo con el personal. Verificación directa en campo
			No se práctica la quema y los residuos después de la cosecha se apartan	4	
			Se practica la quema en sitios muy localizados	3	
			Se practica la quema al menos en la mitad del área	2	
			Se quema el área de corte para la próxima siembra	1	
Prácticas aplicadas en el manejo responsable y disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos (E6:3)	Manejo y disposición de envases de productos agrotóxicos. Manejo y disposición de otros productos (aceites, grasas, papel, aluminio, plástico, pilas). Certificación RACDA (Registro de Actividades Capaces de Degradar el Ambiente)	$X = (N^{\circ} \text{ prácticas en el manejo de disposición de los residuos} / N^{\circ} \text{ total de prácticas de manejo de los residuos}) \times 100$	Manejo y disposición de residuos y desechos $>98\%$. Con certificación RASDAC	5	Evidencias en campo Diálogo directo
			Manejo y disposición de residuos y desechos $\geq 80\%$. Con certificación RASDAC	4	
			Manejo y disposición de residuos y desechos $\geq 60\%$ y $<80\%$	3	
			Manejo y disposición de residuos y desechos $<60\%$	2	
			No hay manejo y disposición de residuos y desechos	1	

Tabla 25. Evaluación de la categoría Producción y productividad (Dimensión económica).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Rendimientos del bosque plantado (Ek1:1)	Rendimientos del bosque plantado expresados en m ³ /ha/año	Rendimiento nacional= 30 m ³ /ha/año Rendimiento de la finca = 24 m ³ /ha/año Los rendimientos dependen del tipo y condiciones del suelo. Fórmula: X = (Rendimiento en la finca / Rendimiento nacional) x 100	Rendimiento por encima del promedio nacional	5	Análisis documental (Registros)
			Rendimiento igual al promedio nacional*	4	
			Rendimiento ajustado a las condiciones del área	3	
			Rendimiento por debajo del promedio nacional	2	
			Rendimiento muy por debajo del promedio nacional	1	
Rentabilidad de la producción (Ek1:2)	Ingresos vs. Costos	Rentabilidad = [(Ingresos – Costos) / Costos] x 100 (Todo el sistema) Datos confidenciales de la finca	Muy alta rentabilidad	5	Diálogo con el personal
			Alta rentabilidad	4	
			Buena rentabilidad	3	
			Baja rentabilidad	2	
			Muy baja rentabilidad	1	
Diversificación de ingresos de productos agroalimentarios (Ek2:1)	% de ingresos de los productos agroalimentarios asociados al bosque plantado	X = (Ingresos de productos agroalimentarios / Ingresos totales) x 100	Ingresos en productos agroalimentarios >50%	5	Registros Resultados de la caracterización
			Ingresos en productos agroalimentarios ≤50%	4	
			Ingresos en productos agroalimentarios ≤30%	3	
			Ingresos en productos agroalimentarios ≤10%	2	
			No hay ingresos de productos agroalimentarios	1	
Diversificación de la producción (Ek2:2)	Variedad de rubros establecidos en la finca	Nº de productos obtenidos de mayor importancia	4 a 5 productos	5	Resultados de la caracterización
			3 productos + valor agregado	4	
			3 productos o 2 productos + valor agregado	3	
			2 productos	2	
			1 sólo producto	1	

Tabla 26. Evaluación de la categoría Insumos (Dimensión Económica).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Dependencia de insumos externos (Ek3:1)	Nº de insumos externos utilizados en la finca	Cálculos realizados por el departamento correspondiente	Dependencia de insumos externos $\leq 10\%$	5	Análisis documental (Registros) Conversatorio
			Dependencia de insumos externos entre >10 y $\leq 30\%$	4	
			Dependencia de insumos externos entre >30 y $\leq 50\%$	3	
			Dependencia de insumos externos entre >50 y $\leq 90\%$	2	
			Dependencia de insumos externos $\geq 90\%$	1	

Tabla 27. Evaluación de la categoría Inversión (Dimensión Económica).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Proyectos de investigación y sus resultados aplicados a los sistemas de producción (Ek4:1)	Nº de proyectos de investigación elaborados y aplicados en la práctica	$X = [(N^{\circ} \text{ de proyectos del año base} - N^{\circ} \text{ de proyectos del año actual}) / N^{\circ} \text{ de proyectos del año base}] \times 100$	Todos los proyectos son aplicados y confiables	5	Análisis documental (Registros)
			El 75% de los proyectos son aplicados y confiables	4	
			La mitad de los proyectos son aplicados y confiables	3	
			Pocos proyectos dan resultados. Poco confiables	2	
			No se elaboran proyectos de investigación	1	
Inversión en la disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos (Ek5:1)	Inversión para la implementación, manejo y disposición responsable de envases de productos agrotóxicos, entre otros como: papel, aluminio, pilas, plástico. Camión presoluble (aceites y grasas)	Cálculos realizados por el departamento correspondiente y valoración apreciativa del impacto ambiental	Inversión. Mínimo impacto ambiental en la disposición de residuos y desechos.	5	Conversatorio con informantes clave Opinión de los participantes
			Inversión. Poco impacto ambiental en la disposición de residuos y desechos.	4	
			Poca inversión. Mediano impacto ambiental en la disposición de residuos y desechos.	3	
			Muy poca inversión. Impacto ambiental en la disposición de residuos y desechos.	2	
			No hay inversión. Alto impacto ambiental en la disposición de residuos y desechos.	1	

Tabla 28. Evaluación de la categoría Educación y Participación (Dimensión Social).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Capacitación del personal en el área de manejo y operaciones (S1:1)	% de capacitación del personal en el área de manejo y operaciones; y la implementación de normas de salud, seguridad y prevención de eventos ambientales.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de actividades de capacitación idónea recibida al año} / \text{N}^\circ \text{ de actividades de capacitación idónea al año}) \times 100$	Todo el personal recibe capacitación periódica	5	Análisis documental (registros) Conversatorio
			Sólo el 80% del personal recibe capacitación periódica	4	
			Sólo el 60% del personal recibe capacitación periódica	3	
			Sólo el 30% del personal recibe capacitación	2	
			No se realiza capacitación al personal	1	
Participación en eventos (S1:2)	Participación en eventos científicos, seminarios, talleres, congresos en áreas pertinentes al cargo, como ponentes o asistentes.	$X = \text{N}^\circ \text{ de participación en eventos por año}$	Participación en 4 eventos / año	5	Análisis documental (registros) Conversatorio
			Participación en 3 eventos / año	4	
			Participación en 2 eventos / año	3	
			Participación en 1 evento / año	2	
			No se participa en eventos	1	

Tabla 29. Evaluación de la categoría Salud y seguridad (Dimensión Social).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Índice de incidentes y accidentes (S2:1)	Índice de incidentes y accidentes con ocasión de trabajo al año.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de accidentes con pérdida de tiempo} / \text{N}^\circ \text{ de incidentes ocurridos}) \times 100$	Baja incidencia de accidentes sin pérdida de tiempo	5	Análisis documental (registros) Conversatorio
			Incidencia de accidentes sin pérdida de tiempo	4	
			Baja incidencia de accidentes con pérdida de tiempo superior a 3 días	3	
			Incidencia de accidentes con pérdida de tiempo superior a 3 días	2	
			Alta incidencia de accidentes con pérdida de tiempo superior a 3 días	1	
Atención integral a la salud del trabajador (S2:2)	Asistencia en emergencia pre-hospitalaria y la vigilancia de la salud de los trabajadores.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de asistencia a la salud integral del trabajador} / \text{N}^\circ \text{ de asistencia programadas}) \times 100$	Excelente asistencia integral a la salud del trabajador	5	Análisis documental (registros) Conversatorio
			Buena asistencia integral a la salud del trabajador	4	
			Regular asistencia integral a la salud del trabajador	3	
			Baja asistencia integral a la salud del trabajador	2	
			Ninguna	1	

Tabla 30. Evaluación de la categoría Leyes y reglamentos (Dimensión Social).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Cumplimiento de las leyes y demás reglamentación relacionado con el área laboral (S3:1)	Se hace una revisión de leyes, reglamentos o decretos para verificar su cumplimiento en acciones relacionadas con el área laboral.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de leyes, ... relacionadas con el manejo de DEFORSA que cumple con lo establecido} / \text{N}^\circ \text{ de leyes, ... relacionadas con el manejo de DEFORSA en el área laboral}) \times 100$	Se cumple $\geq 98\%$	5	Conversatorio
			Se cumple entre ≥ 90 y < 98	4	
			Se cumple entre ≥ 80 y < 90	3	
			Se cumple entre ≥ 60 y < 80	2	
			Se cumple $< 60\%$	1	
Cumplimiento de las leyes y reglamentos a fines con la actividad forestal (S3:2)	Se hace una revisión de leyes, reglamentos o decretos para verificar su cumplimiento en acciones relacionadas con la actividad forestal y manejo en DEFORSA.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de leyes, ... relacionadas con el manejo de DEFORSA que cumple con lo establecido} / \text{N}^\circ \text{ de leyes, ... relacionadas con el manejo de DEFORSA en la actividad forestal}) \times 100$	Se cumple $\geq 98\%$	5	Conversatorio
			Se cumple entre ≥ 90 y < 98	4	
			Se cumple entre ≥ 80 y < 90	3	
			Se cumple entre ≥ 60 y < 80	2	
			Se cumple $< 60\%$	1	

Tabla 31. Evaluación de la categoría Empleo (Dimensión Social).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
N° de trabajadores DEFORSA de la comunidad aledaña (S4:1)	N° de trabajadores empleados de la comunidad aledaña que forman parte de la finca.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de trabajadores en la comunidad aledaña} / \text{N}^\circ \text{ trabajadores totales}) \times 100$	$\geq 80\%$ de trabajadores empleados de comunidades aledañas	5	Análisis documental (registros)
			≥ 70 y $< 80\%$ de trabajadores empleados de comunidades aledañas	4	
			≥ 50 y $< 70\%$ de trabajadores empleados de comunidades aledañas	3	
			≥ 25 y $< 50\%$ de trabajadores empleados de comunidades aledañas	2	
			$< 25\%$ de trabajadores empleados de comunidades aledañas	1	

Tabla 32. Evaluación de la categoría Impacto social de los productos (Dimensión Social).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Impacto social de productos agroalimentarios asociados al bosque plantado (S5:1)	Impacto social de productos agroalimentarios obtenidos y asociados al bosque plantado los cuales se expresan en porcentaje del área utilizada para tal fin.	$X = (\text{Área utilizada para producir productos agroalimentarios asociados al bosque plantado} / \text{Área del bosque plantado integrado o múltiple de alta densidad}) \times 100$	Área utilizada $\geq 90\%$	5	Análisis documental (resultados de la caracterización)
			Área utilizada ≥ 75 y $< 90\%$	4	
			Área utilizada ≥ 50 y $< 75\%$	3	
			Área utilizada ≥ 25 y $< 50\%$	2	
			Área utilizada $< 25\%$	1	

Tabla 33. Evaluación de la categoría Responsabilidad social empresarial (Dimensión Social).

Sub-Indicador (Código)	Descripción	Fórmula o apreciación	Parámetros y/o Análisis		Técnica utilizada en la valoración del sub-indicador
Visitantes recibidos al año (S6:1)	Nº de visitantes recibidos al año. A estos se le realizan recorridos de campo guiado y demostrativo.	$X = (\text{N}^\circ \text{ de visitantes del año actual} / \text{N}^\circ \text{ de visitantes del año base}) \times 100$	≥90% de visitantes	5	Análisis documental (registros)
			≥75 y < 90% de visitantes	4	
			≥50 y <75% de visitantes	3	
			≥25 y <50% de visitantes	2	
			<25% de visitantes	1	
Calidad de vida del trabajador (S6:2)	Calidad de vida del trabajador DEFORSA en el ambiente de trabajo.	Valoración apreciativa en función de los siguientes aspectos a considerar: uniforme, normas de seguridad y equipos adecuados, comedor (almuerzos), salud (chequeo periódico), transporte, ambiente de trabajo (instalaciones).	Excelente calidad de vida del trabajador	5	Conversatorio y opiniones de los participantes
			Buena calidad de vida del trabajador	4	
			Regular calidad de vida del trabajador	3	
			Baja calidad de vida del trabajador	2	
			Muy baja calidad de vida del trabajador	1	
Personal empleado con discapacidad (S6:3)	Relación 1:50 (1trabajador con discapacidad por cada 50 trabajadores) y su permanencia	$X = \text{N}^\circ \text{ de trabajadores con discapacidad} : \text{N}^\circ \text{ de trabajadores totales}$	Relación 1:50 y permanece por más de 5 años	5	Análisis documental (registros)
			Relación 1:50 y permanece por más de 3 años	4	
			Relación 1:50	3	
			Relación < 1:50	2	
			No hay personal en discapacidad	1	
Calidad de vida	% de actividades y	Valoración apreciativa	≥80% de actividades y evidencias	5	Conversatorio

de las comunidades adyacentes (S6:4)	evidencias de cómo la finca ha contribuido a mejorar la calidad de vida de las comunidades adyacentes	en función a: generación de empleo, impuestos a la nación, fortalecimiento de valores y principios a niños de las comunidades, charlas de educación y otras.	≥60 y <80 % de actividades y evidencias	4	
			≥40 y <60% de actividades y evidencias	3	
			<40% de actividades y evidencias	2	
			No se realizan actividades	1	
Actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades (S3:5)	% de actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social (RS)	X = (N° de actividades de RS realizadas por DEFORSA en la comunidad / N° de actividades de RS planificadas por año) x 100	≥80% de actividades cumplidas / año	5	Análisis documental (registros)
			≥60 y <80 % de actividades cumplidas / año	4	
			≥40 y <60% de actividades cumplidas / año	3	
			<40% de actividades cumplidas / año	2	
			El personal no participa en actividades de RS	1	
Valor agregado compartido (S3:6)	Transferencia de tecnologías a pequeños y medianos productores	X = (N° de transferencias realizadas / N° de transferencias exitosas) x 100	Alrededor de 100% de transferencias exitosas	5	Conversatorio y opiniones de los participantes
			Alrededor de 75% de transferencias exitosas	4	
			Alrededor de 50% de transferencias exitosas	3	
			Alrededor de 25% de transferencias exitosas	2	
			No hay transferencia de tecnología	1	

2) *Análisis de datos e información y presentación de resultados*

Después de obtener todos los valores de los sub-indicadores e indicadores, se procedió a la integración de los resultados para generar un índice compuesto; es decir, por indicador y dimensión.

La interpretación de estas mediciones es la siguiente: 1 hacia 5 el indicador representa un mayor nivel de sustentabilidad donde $5 > 4 > 3 > 2 > 1$ (Alfonzo, Torrez-Alruiz, Alban y Griffon, 2008).

Especificando, la escala se tiene:

1 a < 2: “No es sustentable”

2 a < 3: “Poco sustentable”

3 a < 4: “Iniciándose en la sustentabilidad” (VALOR UMBRAL = 3)

4 a < 4,5: “En vías hacia la sustentabilidad” (VALOR FAVORABLE)

4,5 a 5: “Es sustentable” (VALOR IDEAL)

Esta escala se generó producto del trabajo en consenso con los informantes clave. El *Valor Umbral* representa el nivel más bajo aceptable crítico. El *Valor Favorable* representa el nivel aceptable y el *Valor Ideal* representa el nivel óptimo o deseado.

Para determinar los valores óptimos o valor ideal se basó principalmente en el valor máximo o mínimo absoluto obtenido en otros casos similares, en el país y otros países debido a que es un valor real. También se consideró el criterio de los expertos en producción forestal, agrícola y ganadera basado en la experiencia de la finca DEFORSA.

Una vez obtenida la valoración de la sustentabilidad del sistema, el análisis de la información se presentó en una forma simplificada de la realidad compleja; los resultados se expresaron utilizando gráficos tipo ameba o tela de araña (Sarandón et al., 2014), representando valores de los indicadores obtenidos y fueron comparados con una situación ideal. A esto se le denomina análisis multicriterio.

3) Replanteo de los indicadores

Se realizaron algunas modificaciones o replanteo de indicadores o sub-indicadores, en el proceso de evaluación, producto de las reflexiones.

4) Determinación de los puntos críticos de la sustentabilidad

Esto permitió identificar los puntos críticos del sistema, como la distancia entre la situación pasada (año 2000) y la situación actual (año 2014), y de la situación actual a la ideal. Sintetiza la información y conlleva a una visión general y holística de la situación.

De aquí en adelante, se presentan 2 tablas matrices de doble entrada sobre la evaluación de la sustentabilidad de cada sub-indicador, indicador, dimensión y la sustentabilidad del sistema para los dos momentos de evaluación; año 2000 (tabla 34) y año 2014 (tabla 35).

Posteriormente, se muestran los gráficos tipo ameba para el análisis de indicadores y sub-indicadores por cada dimensión (figuras 32 a la 37). En la figura 38 se muestra la evaluación en relación a todos los indicadores; y en la figura 39, los valores de las dimensiones. Los valores de la sustentabilidad en la figura 40.

Tabla 34. Evaluación de la sustentabilidad. Año: 2000.

Dimensión	Indicador	Sub-indicador	VNI (1-3)		Total del Indicador	Total de la Dimensión	Total de la Sustentabilidad (2000)
			Valor (1-5)	Año: 2000			
Ecológica	Prácticas para la conservación del suelo (E1)	Erosión hídrica	3	4	3,77	3,30	
		Manejo de la fertilidad del suelo	2	3			
		Impacto en el suelo por labores de mecanización	1	4			
		Impacto en el suelo por pastoreo	1	5			
		Impactos en el suelo por cosecha y transporte	1	5			
		Cobertura vegetal del bosque plantado	2	4			
		Capacidad de uso de los suelos	3	3			
	Disponibilidad y aprovechamiento del agua (E2)	Calidad del agua	1	4	3,25		
		Aprovechamiento del recurso hídrico	3	3			
	Diversidad de especies (E3)	Índice de biodiversidad...	3	4	2,80		
		Adaptación genética a condiciones agroecológicas	2	1			
	Implementación de medidas para la conservación de la biodiversidad (E4)	Detección oportuna, combate y extinción de incendios forestales	3	4	3,00		
		Detección oportuna de la cacería furtiva y tala del bosque natural	1	2			
		Implementación de normas y sanciones...	2	2			
	Diseño y estructura de ecosistema y agroecosistema (E5)	Área de Reserva del Medio Silvestre	3	5	4,75		
		Conectividad de ecosistema	3	5			
		Diversidad de paisaje y biodiversidad	2	4			
	Salud del bosque plantado (E6)	Aplicación de agroquímicos	1	2	2,25		
Práctica de la quema		3	1				
Prácticas aplicadas en el manejo responsable y disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos		2	2				
Económica	Eficiencia de la producción (Ek1)	Rendimiento del bosque plantado	3	3	3,00	2,47	2,57
		Rentabilidad de la producción	2	3			
	Diversificación de ingresos y de la producción (Ek2)	Diversificación de ingresos de productos agroalimentarios	1	1	2,33		
		Diversificación de la producción	2	3			
	Insumos externos (Ek3)	Dependencia de insumos externos	3	2	2,00		
	Inversión en la aplicación de conocimientos (Ek4)	Proyectos de investigación y sus resultados aplicados a los sistemas de producción	2	2	2,00		
Prácticas de manejo de residuos (Ek5)		Inversión en la disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos	3	3	3,00		
Social	Educación y participación en eventos (S1)	Capacitación del personal en el área de manejo y operaciones	2	2	2,33	1,94	
		Participación en eventos.	1	3			
	Salud y seguridad del personal (S2)	Índice de incidentes y accidentes	3	2	2,00		
		Atención integral a la salud del trabajador	2	2			
	Cumplimiento de leyes y reglamentos (S3)	Cumplimiento de las leyes y demás reglamentación relacionados con el área laboral	3	3	2,60		
		Cumplimiento de las leyes y reglamentos a fines con la actividad forestal	2	2			
	Trabajadores empleados de las comunidades (S4)	Nº de trabajadores DEFORSA de la comunidad aledaña	2	4	4,00		
	Impacto social de los productos agroalimentarios (S5)	Impacto social de productos agroalimentarios asociados al bosque plantado	3	1	1,00		
	Responsabilidad social empresarial (S6)	Visitantes recibidos al año	1	2	2,33		
		Calidad de vida del trabajador	3	4			
		Personal empleado con discapacidad	1	1			
		Calidad de vida de las comunidades adyacentes	1	2			
Actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades		2	1				
Valor agregado compartido	1	2					

Tabla 35. Evaluación de la sustentabilidad. Año: 2014.

Dimensión	Indicador	Sub-indicador	VNI (1-3)	Valor (1-5) Año: 2014	Total del Indicador	Total de la Dimensión	Total de la Sustentabilidad (2014)
Ecológica	Prácticas para la conservación del suelo (E1)	Erosión hídrica	3	4	4,00	4,28	4,10
		Manejo de la fertilidad del suelo	2	4			
		Impacto en el suelo por labores de mecanización agrícola	1	4			
		Impacto en el suelo por pastoreo	1	4			
		Impactos en el suelo por cosecha y transporte	1	5			
		Cobertura vegetal del bosque plantado	2	5			
		Capacidad de uso de los suelos	3	3			
	Disponibilidad y aprovechamiento del agua (E2)	Calidad del agua	1	3	3,75		
		Aprovechamiento del recurso hídrico	3	4			
	Diversidad de especies (E3)	Índice de biodiversidad...	3	5	5,00		
		Adaptación genética a condiciones agroecológicas	2	5			
	Implementación de medidas para la conservación de la biodiversidad (E4)	Detección oportuna, combate y extinción de incendios forestales	3	4	4,00		
		Detección oportuna de la cacería furtiva y tala del bosque natural	1	2			
		Implementación de normas y sanciones...	2	5			
	Diseño y estructura de ecosistema y agroecosistema (E5)	Área de Reserva del Medio Silvestre	3	5	4,75		
		Conectividad de ecosistema	3	5			
		Diversidad de paisaje y biodiversidad	2	4			
	Salud del bosque plantado y prácticas para el manejo de residuos y desechos (E6)	Aplicación de agroquímicos	1	2	4,17		
Práctica de la quema		3	5				
Prácticas aplicadas en el manejo responsable y disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos		2	4				
Económica	Eficiencia de la producción (Ek1)	Rendimiento del bosque plantado	3	3	3,40		
		Rentabilidad de la producción	2	4			
	Diversificación de ingresos y de la producción (Ek2)	Diversificación de ingresos de productos agroalimentarios	1	2	4,00		
		Diversificación de la producción	2	5			
	Insumos externos (Ek3)	Dependencia de insumos externos	3	3	3,00		
	Inversión en la aplicación de conocimientos (Ek4)	Proyectos de investigación y sus resultados aplicados a los sistemas de producción	2	5	5,00		
Inversión para el manejo de residuos y desechos (Ek5)		Inversión en la disposición de residuos y desechos sólidos y líquidos	3	4	4,00		
Social	Educación y participación en eventos (S1)	Capacitación del personal en el área de manejo y operaciones	2	5	5,00		
		Participación en eventos.	1	5			
	Salud y seguridad del personal (S2)	Índice de incidentes y accidentes	3	3	3,40		
		Atención integral a la salud del trabajador	2	4			
	Cumplimiento de leyes y reglamentos (S3)	Cumplimiento de leyes y demás reglamentación relacionados con el área laboral	3	5	5,00		
		Cumplimiento de las leyes y reglamentos a fines con la actividad forestal	2	5			
	Trabajadores empleados de las comunidades (S4)	Nº de trabajadores DEFORSA de la comunidad aledaña	2	4	4,00		
	Impacto social de los productos agroalimentarios (S5)	Impacto social de productos agroalimentarios asociados al bosque plantado	3	3	3,00		
	Responsabilidad social empresarial (S6)	Visitantes recibidos al año	1	5	4,44		
		Calidad de vida del trabajador	3	5			
		Personal empleado con discapacidad	1	5			
		Calidad de vida de las comunidades adyacentes	1	5			
Actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades		2	3				
Valor agregado compartido	1	4					

- Análisis de la evaluación de indicadores y sub-indicadores de sustentabilidad en la dimensión Ecológica:

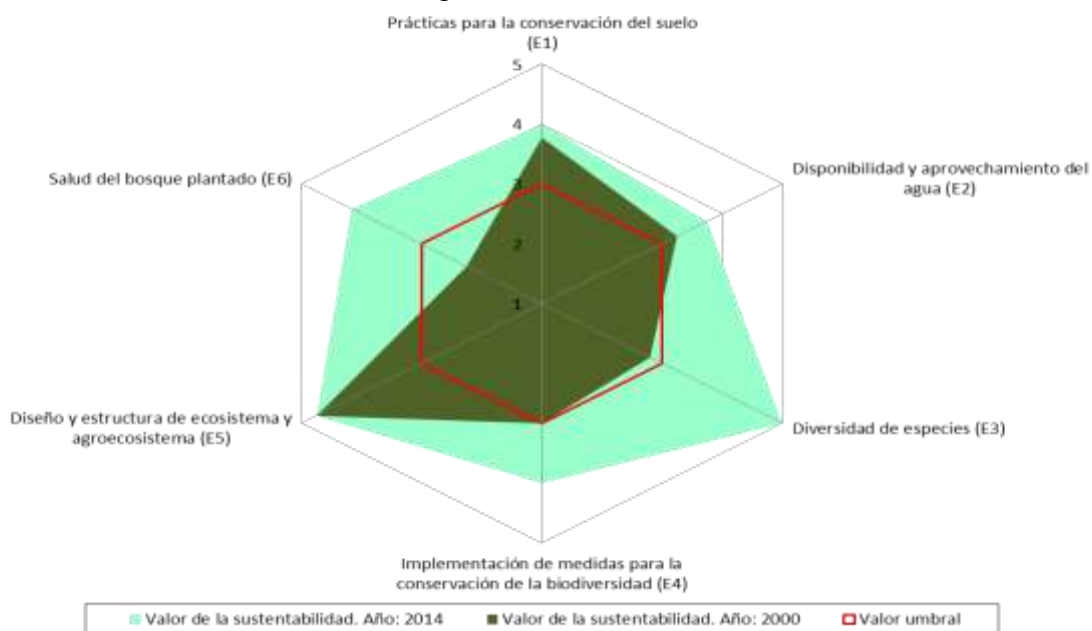


Figura 32. Evaluación de los indicadores de sustentabilidad en la dimensión ecológica. Año: 2000 y 2014

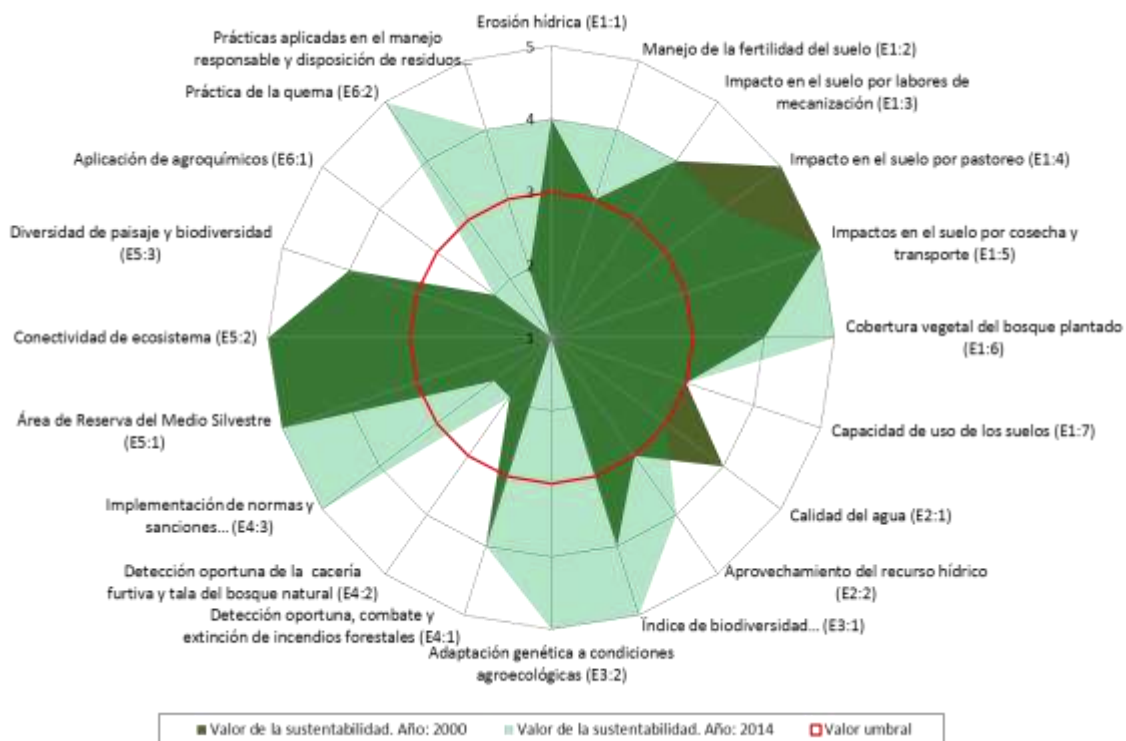


Figura 33. Evaluación de los sub-indicadores de la sustentabilidad en la dimensión ecológica. Año: 2000 y 2014.

Para el año 2000, la dimensión ecológica obtuvo un valor de 3,30 o una valoración “Iniciándose en la sustentabilidad” siendo $E5 > E1 > E2 > E4 > E3 > E6$, estando la diversidad de especies (E3) y salud del bosque plantado (E6) por debajo del valor umbral (3,00) (véase en la figura 32).

Si se observan los sub-indicadores en el gráfico de la figura 33, la adaptación genética a condiciones agroecológicas del indicador E3, y la aplicación de agroquímicos, práctica de la quema y cacería furtiva del indicador E6, fueron las principales debilidades del sistema en la dimensión Ecológica.

En relación al segundo período de evaluación (año; 2014), la dimensión ecológica obtuvo un valor de 4,28 y una valoración “En vías hacia la sustentabilidad” donde $E3 > E5 > E6 > E1 = E4 > E2$. Todos los indicadores superan el valor mínimo, estando la diversidad de especies con el mayor valor.

Sin embargo, se observa con detalles en el gráfico de la figura 33, que los sub-indicadores como la aplicación de agroquímicos (E6:1) y la detección oportuna de la cacería furtiva (E4:2) se encuentran por debajo del valor umbral; y sobre este, la calidad del agua (E2:1) y la capacidad de uso de los suelos (E1:7).

- Análisis de la evaluación de indicadores y sub-indicadores de sustentabilidad en la dimensión Económica:

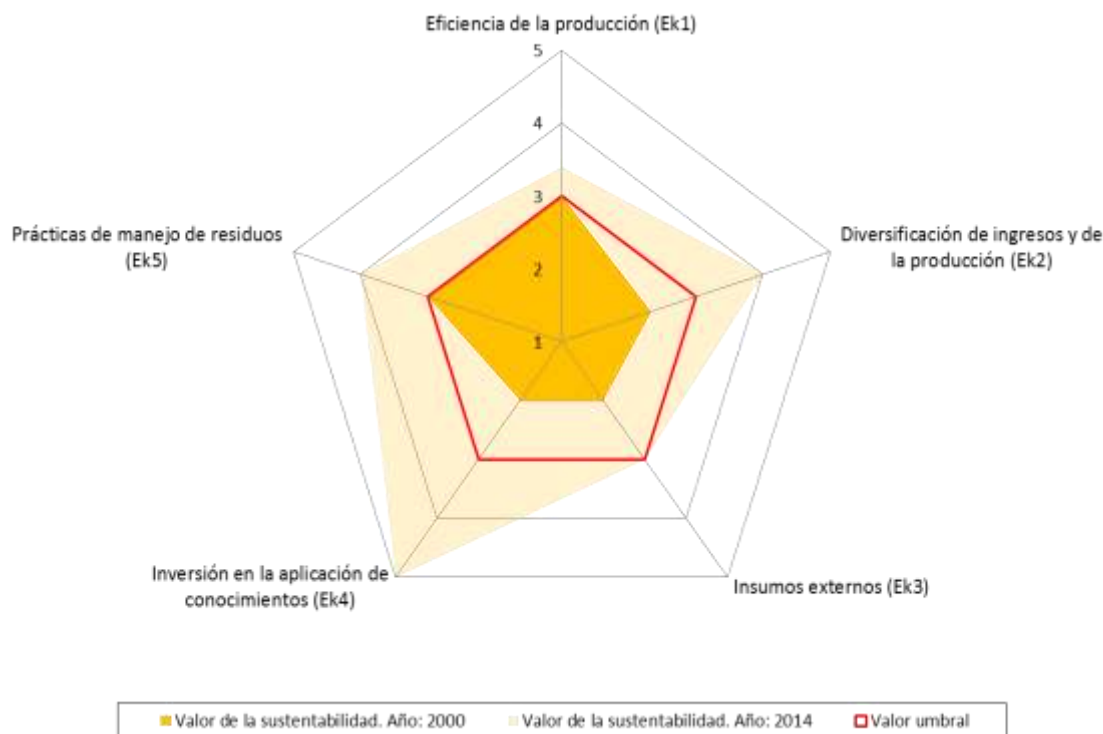


Figura 35. Evaluación de los indicadores de la sustentabilidad en la dimensión económica. Año: 2000 y 2014.

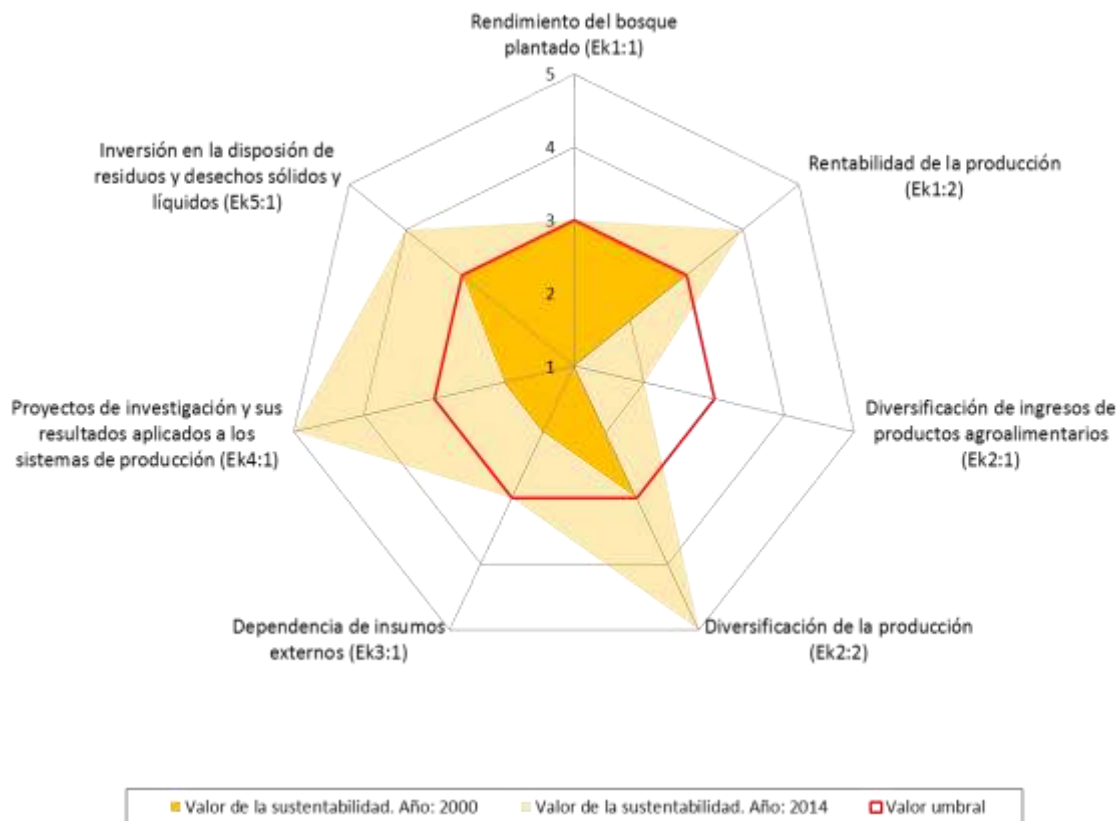


Figura 34. Evaluación de los Sub-indicadores de sustentabilidad en la dimensión económica. Año: 2000 y 2014.

En el año 2000, la dimensión económica obtuvo un valor de 2,57 o una valoración “Poco sustentable” siendo $Ek1=Ek5>Ek2>Ek3=Ek4$, estando la diversificación de ingresos y la producción ($Ek2$); insumos externos ($Ek3$) y la inversión en la aplicación de conocimientos ($Ek4$) por debajo del valor umbral (véase en la figura 34).

Si se observan los sub-indicadores en el gráfico de la figura 35, se devela que la diversificación de ingresos de productos agroalimentarios del indicador $Ek2$, la dependencia de insumos del indicador $Ek3$, y los proyectos de investigación y sus resultados aplicados a los sistemas de producción del indicador ($Ek4$), fueron las principales debilidades del sistema en la dimensión Económica para el año 2000.

En relación al segundo período de evaluación (año; 2014), la dimensión económica superó al período evaluado anteriormente, obteniendo un valor de 3,88 y una valoración “Iniciándose en la sustentabilidad” donde $Ek4>Ek2=Ek5>Ek1>Ek3$. Todos los indicadores superan el valor mínimo, estando la inversión en la aplicación de conocimientos con el mayor valor y la dependencia de insumos en el valor umbral.

Observando en detalle; el sub-indicador con valoración menor al valor umbral fue la diversificación de ingresos de productos agroalimentarios ($Ek2:1$); y en el valor umbral, los sub-indicadores: dependencia de insumos externos ($Ek3:1$) y rendimiento del bosque plantado ($Ek1:1$). Estos fueron las principales debilidades del sistema en la dimensión Económica para el año 2014.

- Análisis de la evaluación de indicadores y sub-indicadores de sustentabilidad en la dimensión Social:

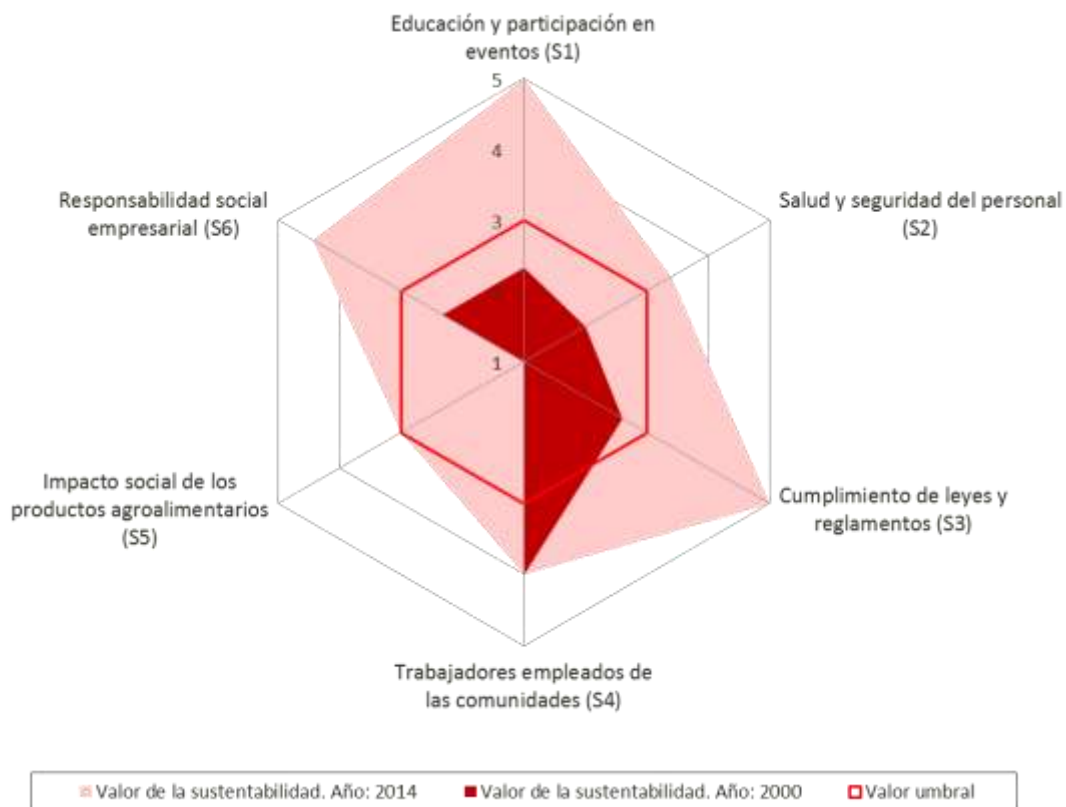


Figura 36. Evaluación de los indicadores de sustentabilidad en la dimensión social. Año: 2000

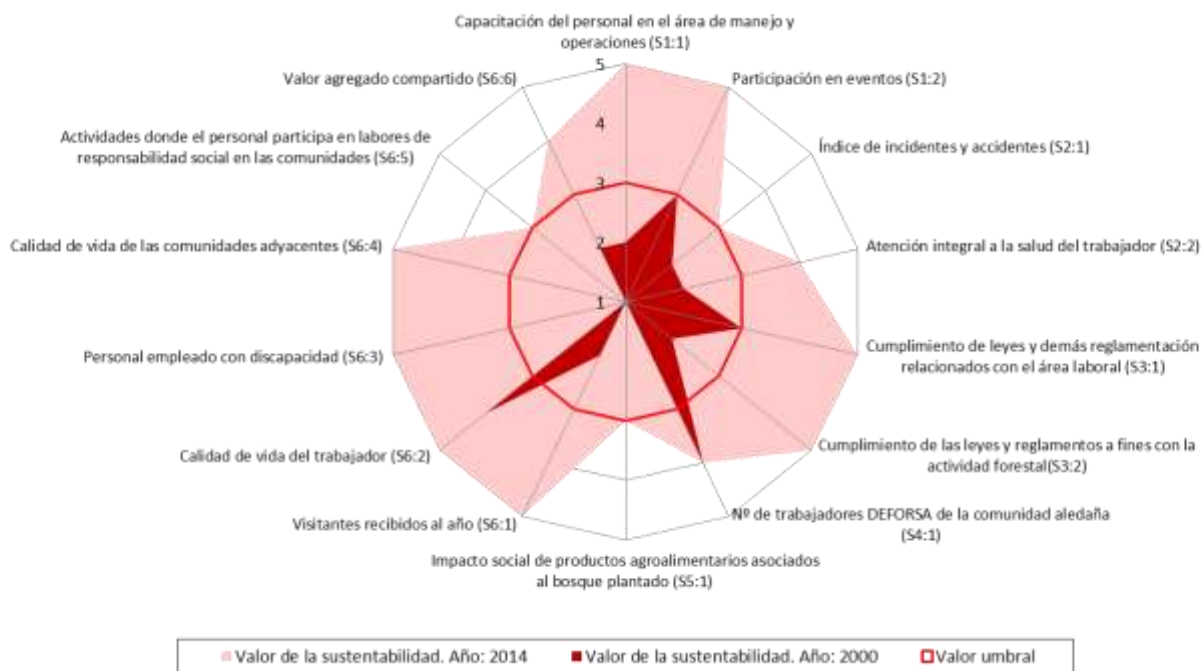


Figura 37. Evaluación de los sub-indicadores de sustentabilidad en la dimensión social. Año: 2000 y 2014.

En el año 2000, la dimensión social obtuvo un valor de 1,94 o una valoración “No sustentable” siendo $S4 > S3 > S1 = S6 > S2 > S5$, estando el impacto social de productos agroalimentarios (S5), la salud y seguridad del personal (S2), la responsabilidad social empresarial (S6), la educación y participación en eventos (S1) y el cumplimiento de las leyes y reglamentos (S3) por debajo del valor umbral (véase la figura 36).

Si se observan los sub-indicadores en la figura 37, se devela que el índice de incidentes y accidentes, atención integral a la salud de los trabajadores, cumplimiento de las leyes y reglamentos a fines con la actividad forestal, personal empleado con discapacidad, actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades, valor agregado compartido y capacitación del personal en el área de manejo y operaciones constituyeron las principales debilidades del sistema en la dimensión social para el año 2000.

En relación al segundo momento de evaluación (año; 2014), la dimensión social superó a la observada en el año 2000, obteniendo un valor de 4,14 y una valoración “En vías hacia la sustentabilidad” donde $S1 = S3 > S6 > S4 > S2 > S5$. Todos los indicadores superan el valor mínimo; a excepción del impacto social de los productos agroalimentarios que se ubica en el valor umbral (véase figura 36).

Al observar los sub-indicadores en la figura 37, se distinguen 8 sub-indicadores con el máximo valor; y el índice de incidentes y accidentes (S2:1), impacto social de los productos agroalimentarios asociados al bosque plantado (S5:1) y actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades (S6:5) se encuentran en el valor umbral.

- Análisis de la evaluación de indicadores de sustentabilidad en todas las dimensiones:

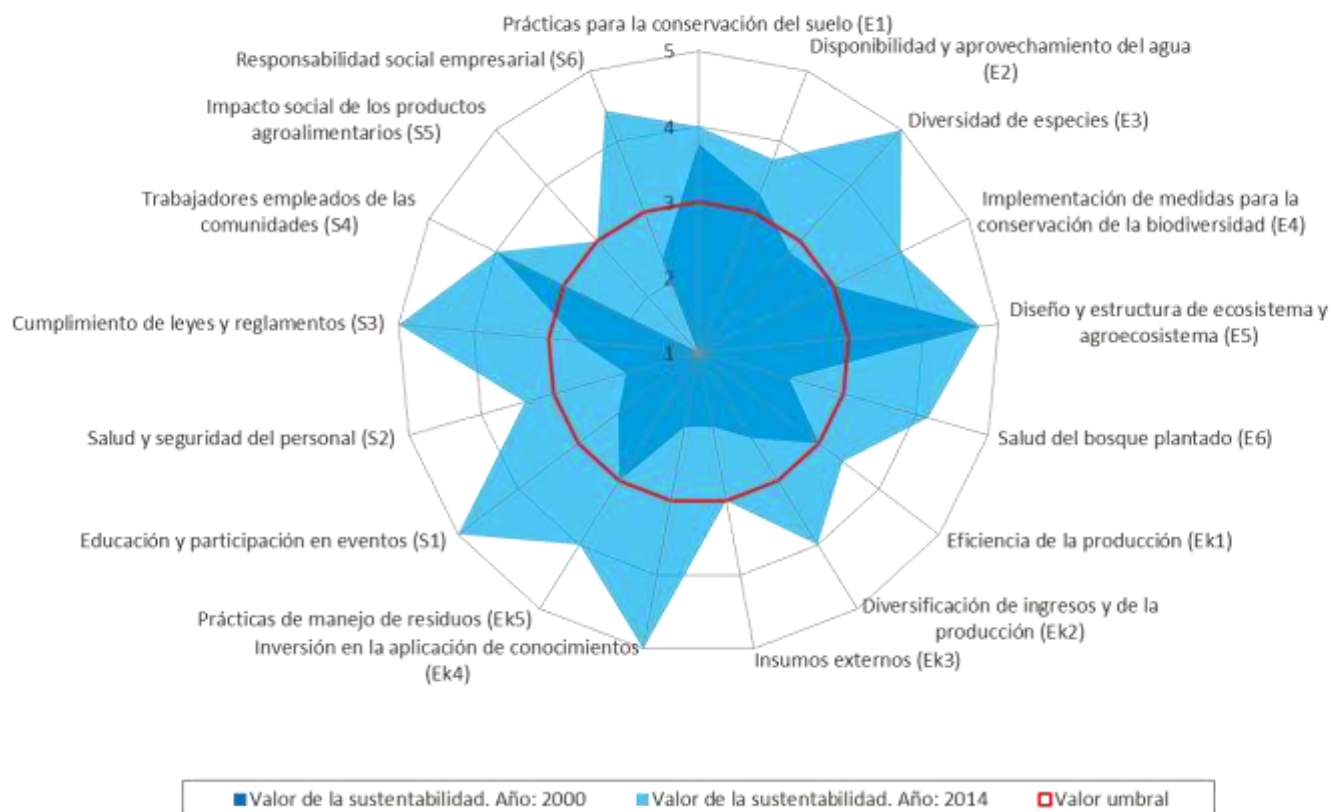


Figura 38. Evaluación de los indicadores de sustentabilidad en todas las dimensiones. Año: 2000 y 2014.

Los indicadores para el año 2000 se ubicaron: $E5 > S4 > E1 > E2 > E4 = Ek1 = Ek5 > E3 > S3 > Ek2 = S1 = S6 > E6 > Ek3 = Ek4 = S2 > S5$ donde la mayoría de ellos se situaron en valores por debajo del valor umbral como la diversidad de especies (E3), salud del bosque plantado (E6), diversificación de ingresos y la producción (Ek2), insumos externos (Ek3), inversión en la aplicación de conocimientos (Ek4), Educación y participación en eventos (S1), salud y seguridad del personal (S2), cumplimiento de leyes y reglamentos (S3), impacto social de los productos agroalimentarios (S5) y responsabilidad social empresarial (S6).

Los indicadores para el año 2014 se dispusieron: $E3 = Ek4 = S1 = S3 > E5 > S6 > E6 > E1 = E4 = Ek2 = Ek5 = S4 > E2 > Ek1 = S2 > Ek3 = S5$. Todos los indicadores superaron la situación del año 2000, ubicándose por encima del valor umbral. Solo los insumos

externos y el impacto social de los productos agroalimentarios se encuentran en el valor umbral.

- Análisis de la evaluación de la sustentabilidad en sus dimensiones Ecológica, Económica y Social.

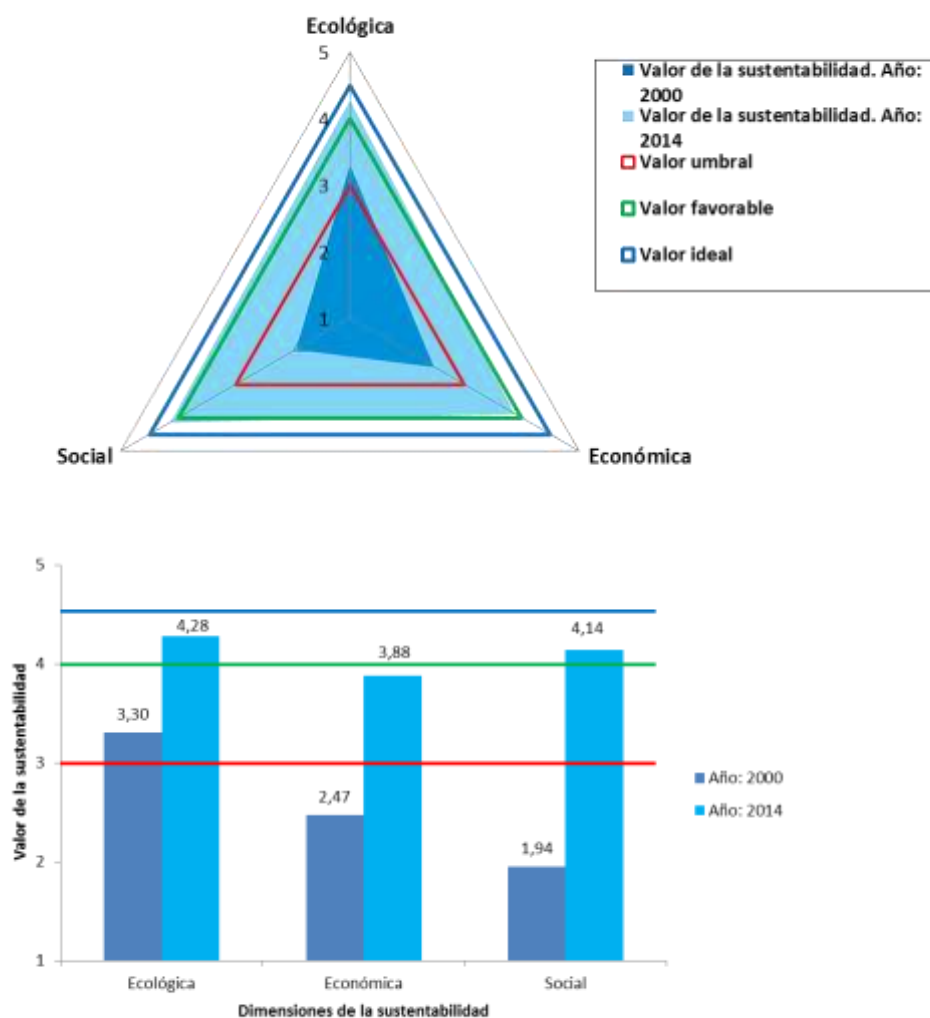


Figura 39. Valores de las dimensiones de la sustentabilidad. Año: 2000 y 2014.

Para el año 2000, se tienen que $E > E_k > S$. La valoración de la dimensión ecológica es mayor a la económica y la social con el valor más bajo; es decir, que la

dimensión ecológica supera el valor umbral y la económica y social, el umbral se encuentra por debajo. De esta situación se infiere; que la finca DEFORSA, siempre ha estado a la vanguardia de la conservación ambiental y que los intereses económicos prevalecieron para la época, más que los sociales.

Para el año 2014, $E>S>E_k$. La valoración de la dimensión ecológica es mayor a la social y económica. Todas las dimensiones superan el valor umbral; y la ecológica y social, el valor favorable. De esto se infiere que; la finca DEFORSA, siempre ha estado a la vanguardia de la conservación del ambiente y que el interés social prevaleció en lo económico a pesar que la finalidad de la finca es la producción comercial de la madera para pulpa fundamentalmente. Es probable que este resultado esté relacionado con la situación país de los últimos años.

- Análisis de la evaluación de la sustentabilidad del sistema en bosques plantados de eucalipto. Caso DFORSA.

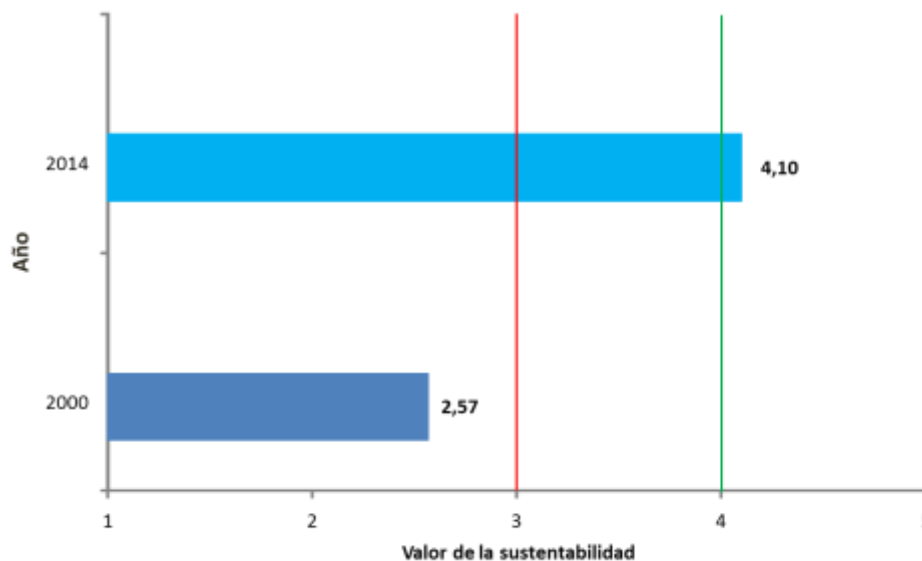


Figura 40. Valor de la sustentabilidad para el año 2000 y 2014.

El valor de la sustentabilidad para el año 2000 fue de 2,57 “Poco sustentable”, no llegó alcanzar el valor umbral. Para el año 2014, un valor de 4,08 “En vías hacia la sustentabilidad” considerando que en el transcurrir de los años, se alcanzó un valor favorable.

5.4 Discusión de resultados

Fueron construidos los indicadores en función de 3 dimensiones; resultando 13 categorías de análisis, 17 indicadores y 41 sub-indicadores. Los resultados obtenidos han sido el producto de diversos análisis y discusiones consensuadas entre los informantes clave e investigadores en talleres y conversatorios.

Se definió el marco conceptual del uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado: involucra un conjunto de prácticas combinadas, entre agroecológicas y convencionales que van desde la planificación conjunta en equipos de trabajo hasta acciones que pretenden proteger, conservar y mantener los ecosistemas y agroecosistemas forestales, y su funcionamiento de forma integrada y compleja; tributando a mejorar la producción de servicios ambientales, bienes económicos y sociales para darle seguimiento al progreso hacia la sustentabilidad del manejo forestal en la unidad de análisis.

La definición anterior, está en concordancia con el enfoque agroecológico planteado por Altieri (1999) basado en el desarrollo y aplicación de la teoría ecológica para el manejo de sistemas agrícolas, según la disponibilidad de recursos.

Así mismo, el marco conceptual construido, coincide con Altieri y Nicholls (2000), en el que trata sobre el manejo agroecológico en función de diversificar la producción e integrar la unidad animal y vegetal, el mantenimiento de los recursos naturales y la optimización del sistema.

Sarandón et al., (2006) plantean que no existe un conjunto de indicadores o sub-indicadores universales que se puedan utilizar para cualquier unidad de análisis; es por ello, que la construcción de indicadores de sustentabilidad en bosques plantados converge en la evaluación de ecosistemas y agroecosistemas reales adaptados al caso de estudio y al objetivo planteado: Evaluar la sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto, en todas sus dimensiones: ecológica, económica y social; con el fin de identificar aquellos puntos críticos que ocasionan impactos negativos y sean considerados en la planificación, manejo y toma de decisiones acertadas en el futuro; así mismo, como fortalecer los aspectos positivos.

En referencia a los resultados de la evaluación de la sustentabilidad permitió identificar dos aspectos:

La distancia entre la situación pasada o año 2000 y la situación presente o estado actual (año 2014). Dicha distancia es clara. Si se observan las barras del gráfico de la figura 39; la distancia entre la situación pasada y actual, cualitativamente es notoria; y cuantitativamente para la evaluación final, presentó una diferencia de 1,53. Es decir, hay un avance optimista hacia la sustentabilidad. Este resultado coincide con Astier et. al. (2008) y Astier et. al. (2002).

El segundo aspecto de la evaluación, permitió identificar los puntos críticos de la sustentabilidad del sistema y focalizar con detalles; cuáles son las dimensiones, indicadores y sub-indicadores que deben mejorar. Para ello se hace una retrospectiva que conlleva a obtener una visión general y holística del sistema. Coincidiendo con Masera et. al., (1999) y Astier, et. al., (2002), se focalizan los puntos críticos. Entre estos, para la situación actual se desprenden en orden de prioridad:

a) Por dimensión:

- Económica (Ek).
- Social (S).
- Ecológica (E).

b) Por indicador:

- Insumos externos (Ek3).
- Impacto social de los productos agroalimentarios (S5).

Es de acotar, que estos indicadores señalados como puntos críticos, se encuentran en el valor umbral.

c) Por Sub-indicador:

- Diversificación de ingresos de productos agroalimentarios (Ek2:1).
- Aplicación de agroquímicos (E6:1).
- Detección oportuna de la cacería furtiva y tala del bosque natural (E4:2).

Estos sub-indicadores se encuentran por debajo del valor umbral. Es necesaria su especial atención en la planificación y gestión del bosque plantado.

Los siguientes sub-indicadores están en el nivel umbral, por lo que debe prestarse atención a estos y no descuidarlos:

- Capacidad de uso de los suelos (E1:7).
- Calidad del agua (E2:1).
- Rendimiento del bosque plantado (Ek1:1).
- Dependencia de insumos externos (Ek3:1).
- Índice de incidentes y accidentes (S2:1).
- Impacto social de productos agroalimentarios asociados al bosque plantado (S5:1).
- Actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades (S3:6).

ESTACIÓN VI

EL MODELO DE SUSTENTABILIDAD DE BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO

6.1 Bases epistemológicas y ontológicas del diseño del modelo

El modelo que se presenta, es una abstracción y simplificación de la realidad, basada en la experiencia del uso, manejo y aprovechamiento de bosques plantados de eucalipto en la finca DEFORSA; representado en diagramas que muestran la dinámica del sistema (agroecosistema) y enfocan la atención en las relaciones e interacciones con los y entre los componentes, en concordancia a los indicadores de la sustentabilidad estudiados en el capítulo anterior.

El modelo se define como una representación cualitativa y cuantitativa de la realidad, que muestra las relaciones e interacciones con los y entre los componentes de forma simplificada, y que son de interés para el análisis, comprensión y predicción de situaciones complejas.

Partiendo de las características geográficas, ecológicas, sociales y económicas, y de la evaluación de la sustentabilidad en la unidad de manejo forestal de la finca DEFORSA, se procedió a diseñar el modelo en función de un marco conceptual y metodológico.

El marco conceptual considerado fue el enfoque sistémico, la agroecología, el modelo de sustentabilidad, el marco legal y el agroecosistema de los bosques plantados de eucalipto claramente descrito en la Estación II.

En relación al marco metodológico fueron valorados los siguientes aspectos: efectividad, eficiencia, credibilidad y confiabilidad; y el proceso de reconstrucción del modelo.

La *efectividad* se refirió a la capacidad del modelo de integrar las dimensiones sociales, económicas y ecológicas para el logro de la sustentabilidad de los bosques

plantados de DEFORSA. La *eficiencia* es cuando el sistema DEFORSA logre alcanzar un valor cercano a la sustentabilidad de los bosques plantados con el mínimo impacto sobre los recursos naturales, sociales y económicos. La *Credibilidad* y *confiabilidad* es la capacidad del modelo de funcionar de acuerdo a indicadores sociales, económicos y ecológicos que permitan la sustentabilidad de los bosques plantados en DEFORSA.

La *Reconstrucción* implicó la validación del modelo, la cual es desarrollada en la estación VII.

Desde una perspectiva macroscópica, la construcción del modelo se fundamentó en la experiencia de la finca DEFORSA; es decir, basado en un sistema real; se pasaron por tres niveles de modelización.

El primer nivel fue el estudio del sistema real donde se construyó un modelo conceptual contentivo de todos los componentes relevantes del sistema.

El segundo nivel fue la construcción del modelo lógico donde se comenzó con un modelo simple del sistema real y luego se le añadió complejidad progresivamente hasta tener los elementos y componentes suficientes. Paralelamente se fueron trazando las relaciones e interacciones entre todos los componentes de cada subsistema. En la diagramación del modelo se utilizó la simbología para ecosistemas propuesta por Odum (Odum, Odum y Bronw, 1988) la cual permitió modelar de manera muy sencilla la estructura y funcionamiento de los agroecosistema. Al respecto, fueron incorporados tres nuevos símbolos para agregar los aspectos sociales.

Y el tercer nivel de modelización, constituyó la integración de todos los subsistemas en un único sistema (finca DEFORSA), evidenciando todas sus relaciones e interacciones con los indicadores ecológicos, económicos y sociales representativos de la sustentabilidad.

6.2 Procedimiento metodológico para el diseño del modelo

Se presenta a manera de esquema y detallada la secuencia empleada en la construcción de cada subsistema y del sistema (modelo), en los siguientes pasos:

Paso 1. Identificación de los límites del sistema: Todos los ecosistemas tienen límites arbitrarios, por lo que es una acción inevitable para estudiar y analizar todos los elementos y componentes. Sin embargo; debe entenderse, que un límite no debe afectar el análisis del sistema total.

Para efectos de esta investigación, se identificaron los límites de cada uno de los subsistemas; luego fueron integrados todos los subsistemas siendo el límite del sistema total la finca DEFORSA.

Paso 2. Determinación del nivel jerárquico: Para identificar el nivel jerárquico, se asumió que un sistema puede ser un subsistema de mayor jerarquía y; a su vez, contener varios subsistemas. Por lo que el análisis se realizó a nivel de finca; este fue el objeto de estudio.

Hart (1985), propone que deben considerarse, por lo menos, tres niveles jerárquicos; en este caso: la finca DEFORSA (sistema de interés), el que está por encima o el que lo contiene; el contexto (las adyacencias de la finca o comunidades aledañas y el destino de sus productos), y los subsistemas que están dentro del sistema de interés.

Paso 3. Simbología utilizada para la preparación de diagramas: se utilizó la metodología propuesta por Odum et al., (1988) con modificaciones, utilizando símbolos para ecosistemas o agroecosistemas; éstos se describen en la tabla 36:

Tabla 36. Símbolos utilizados para la formulación del modelo.

Símbolo	Descripción
	Fuente de energía y entrada: Es la fuente de energía o materiales externos que entra al sistema. Por ejemplo: energía solar, energía fósil, insumos, tecnología. En algunos casos los materiales pueden salir (CH_4) o entrar y salir (O_2 , CO_2). El símbolo es un círculo (color amarillo).
	Productor: Representa a las plantas verdes que tienen su base en la fotosíntesis. El símbolo es un rectángulo con el lado derecho redondeado (color verde).
	Interacción: Proceso que combina diferentes tipos de flujos de energía o de materiales. El símbolo tiene forma de cheurón (color azul claro).
	Consumidor: Son animales o actividades de procesamiento. El símbolo es un hexágono (color salmón).
	Almacenamiento: el símbolo es un tanque (color blanco) que representa cualquier almacenamiento de energía, materiales o información dentro del sistema o de sus componentes. Los tanques representan estructuras o información acumulada.
	Transacción de capital: Representa la transacción económica es donde se utiliza el dinero para registrar los flujos de materiales y servicios. El dinero siempre fluye en dirección opuesta a la energía. El símbolo es un rombo horizontal (color anaranjado) con una flecha negra y paralelamente una flecha negra discontinua en sentido contrario.
	Salida del sistema: Representa las salidas de productos y servicios del sistema y subsistemas. El símbolo es un rectángulo (línea color negro).
	Límite del subsistema: Identifica el límite del subsistema y/o sistema abierto. El símbolo es un rectángulo grande (línea discontinua color negro).
	Límite del sistema: Identifica el límite del sistema y/o sistema abierto. El símbolo es un rectángulo grande (línea discontinua color negro).
	Pérdida de materiales: Representa la pérdida de materiales; por ejemplo: pérdida de nutrientes, partículas de suelo por erosión. La flecha negra en sentido hacia abajo con 3 líneas horizontales siendo la primera de mayor tamaño y la tercera de menor tamaño.
	Flujo de energía: la flecha discontinua de color rojo representa el flujo de energía.
	Ciclo de materiales: la flecha de color negro representa el ciclo de materiales.
	Conector: cuadro muy pequeño que se ubica en las intersecciones el cual funge como conector.
	Procesos administrativos y sociales: rectángulo con puntas redondeadas. Representa a los procesos administrativos y sociales propio del subsistema social.
	Flujo de procesos (del subsistema social): la flecha de color azul representa el flujo o la secuencia de los procesos sociales. Este símbolo es propio del subsistema social.
	Impacto y responsabilidad social: pequeño círculo relleno de color rojo. Identifica el impacto y la responsabilidad social en los procesos de salida y productos. Este símbolo es propio del sistema total o modelo.

Fuente: Adaptado de Odum et. al., (1988).

Nota: los símbolos incorporados al diagrama fueron: el conector, procesos administrativos y sociales, flujo de procesos para el subsistema social, e impacto y responsabilidad social.

Paso 4. Identificación de las entradas y salidas: básicamente se refiere a los insumos, energía y materiales que entran al sistema y los productos, residuos o desechos que salen del sistema (figura 40).

Paso 5. Identificación de los componentes o subsistemas: Se identificaron cuatro (4) subsistemas que contienen componentes y procesos: el subsistema Silvopastoril, subsistema Agrícola, subsistema del Área de Reserva del medio Silvestre; y el subsistema Social combina componentes y procesos que son producidos por el ser humano.

El subsistema silvopastoril se conformó por cinco (5) subsubsistemas: agrosilvopastoril y agroforestal, silvopastoril de alta densidad, silvopastoril de baja densidad, silvopastoril de acacia o combinado de eucalipto con acacia y el área de vivero (figura 41).

Cada subsistema lo conformaron a su vez diversos componentes; por ejemplo, los productores lo constituyen las plantas verdes (bosque plantado de eucalipto, vegetación silvestre, pasto, bosques naturales), los consumidores lo representan los animales (ganadería, ovejos, fauna silvestre), los procesos que combinan diferentes tipos de flujos de energía o materiales están representadas por el símbolo de interacción (aserradero, planta de impregnación de madera, sala de ordeño, sala de procesamiento de la miel); el almacenamiento lo compone la materia orgánica, nutrientes, suelo, cuerpos de agua, pozos, camión presoluble. Para el caso del subsistema social se identificaron componentes como: gerencia y personal; plan de manejo, vigilancia y control, evaluación; servicios de subcontratación; capacitación, motivación y aprendizaje del personal y otros (figura 42).

Paso 6. Presentación y preparación del diagrama: una vez transitado por los pasos (desde el 1 al 5) se procedió a identificar sus funciones y estructuras, generando diagramas que muestran las relaciones e interacciones entre sus componentes de manera simple. Esta ordenación se realizó en el sentido de las agujas del reloj comenzando desde las entradas hasta las salidas (figuras desde la 43 hasta la 55).

En la figura 43, se generó el primer diagrama de flujo de energía; el segundo diagrama, el ciclo de materiales en la figura 44, y el tercero; sobre el flujo de energía y ciclo de materiales del subsistema silvopastoril (figura 45); y así, sucesivamente para todos los subsistemas: subsistema agrícola (figuras 46, 47 y 48) y el subsistema

del Área de Reserva del medio Silvestre (figuras 49, 50 y 51). El último subsistema fue el Social, donde se generó un proceso simplificado (figura 52). El total de subsistemas generados fueron 10 diagramas.

Paso 6. Modelo del sistema: este fue el último paso, que consistió en la aplicación del enfoque de sistemas integrando los cuatros subsistemas (3 agroecosistemas y 1 subsistema social) para generar el gran sistema o el modelo de sustentabilidad basado desde la realidad o experiencia DEFORSA (flujo de la energía, figura 53; ciclo de materiales, figura 54; y el modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto, figura 55).

A continuación se presentan los pasos secuenciales del procedimiento metodológico en la elaboración de los diagramas para el diseño del modelo.

Modelización

Pasos secuenciales del procedimiento metodológico en la elaboración de los diagramas para el diseño del modelo

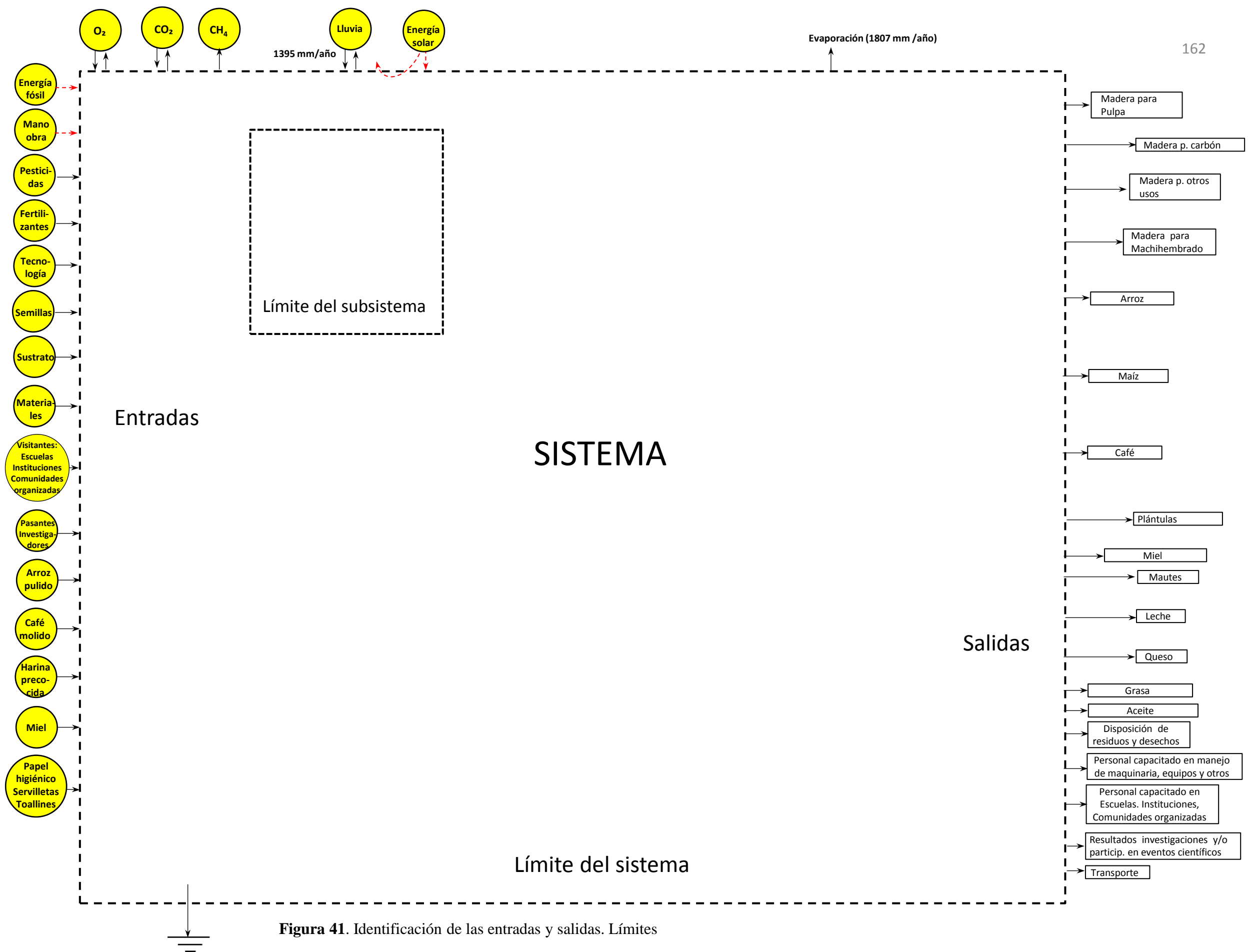
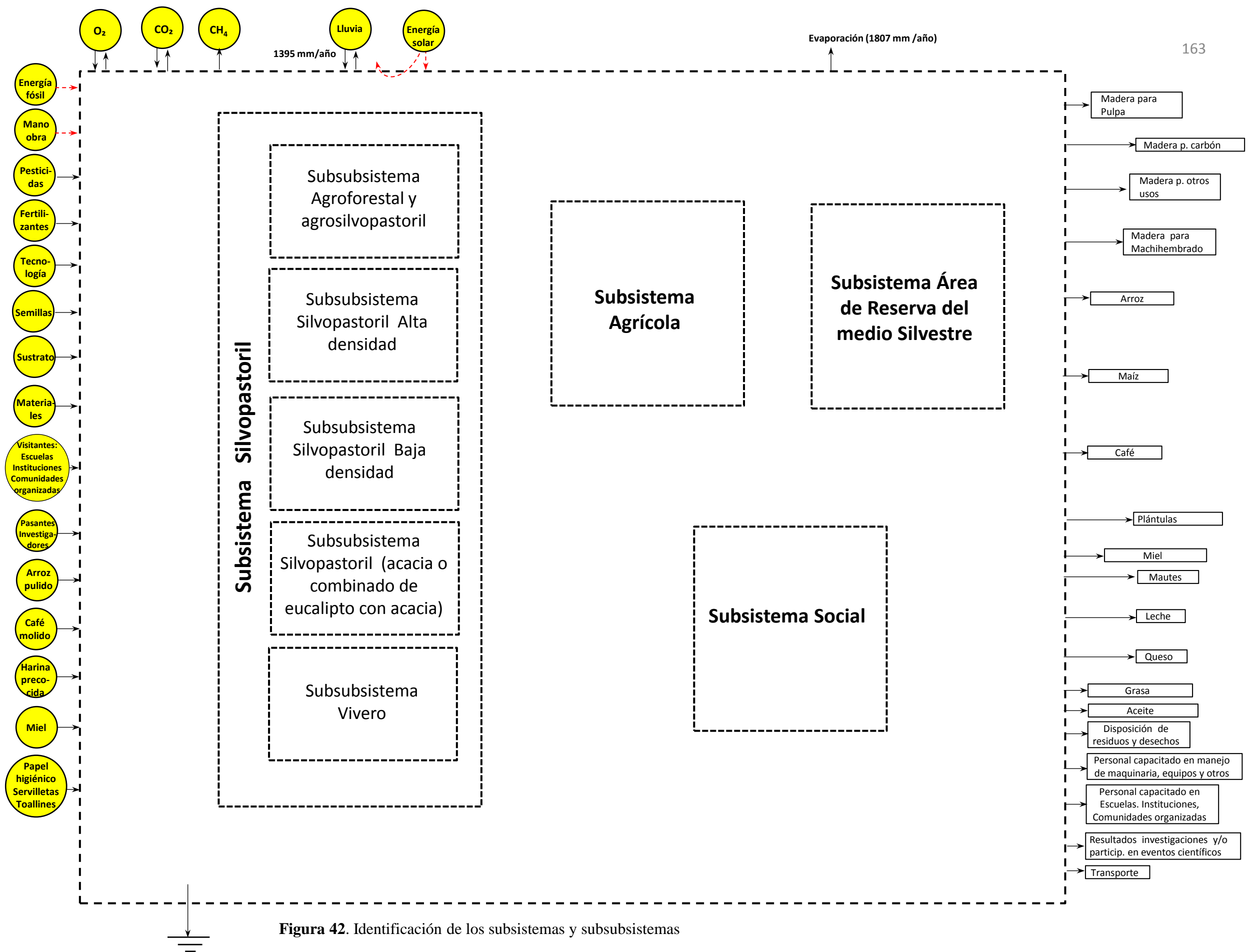


Figura 41. Identificación de las entradas y salidas. Límites



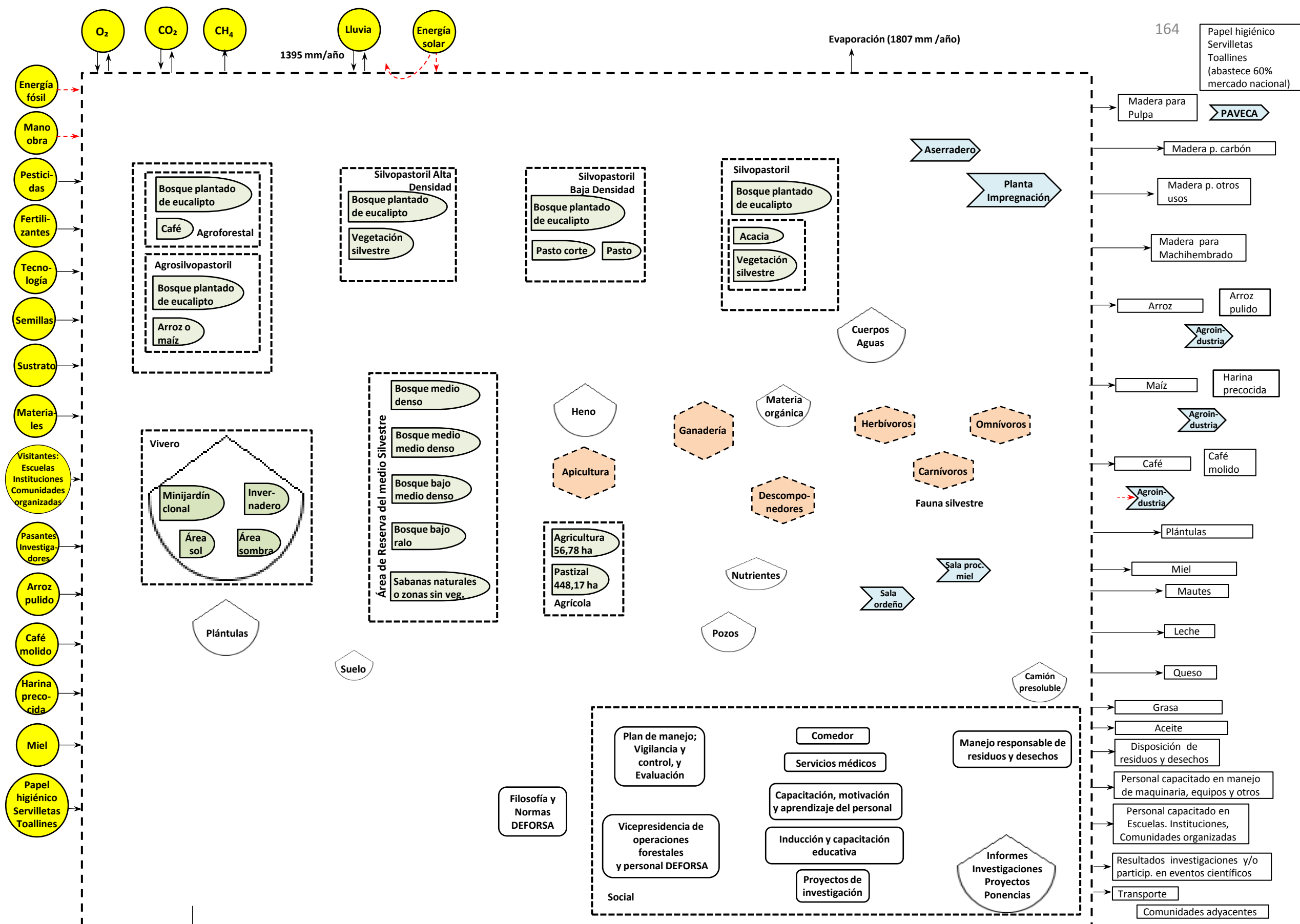


Figura 43. Identificación de todos los componentes del sistema.

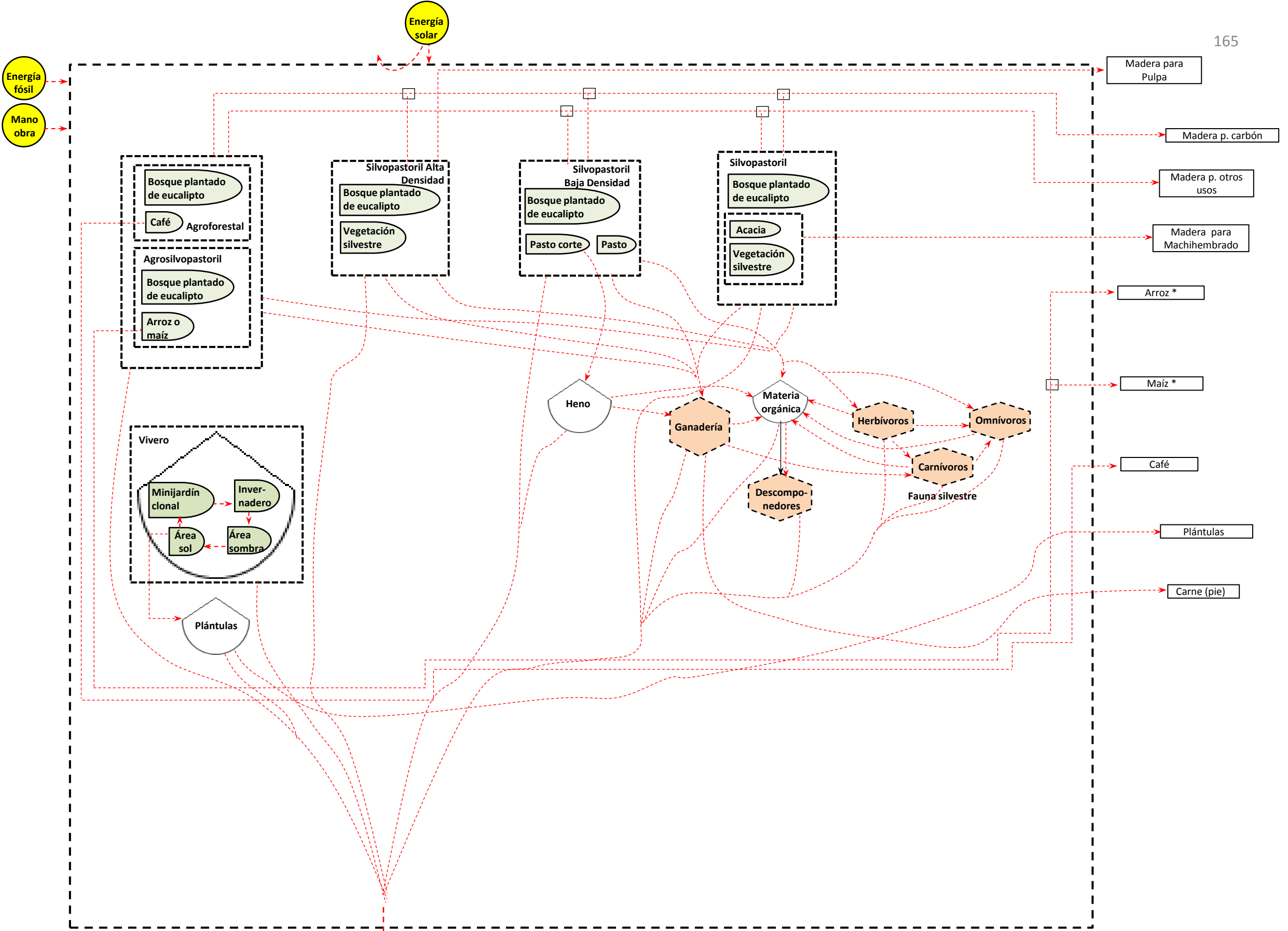


Figura 44. Flujo de energía del subsistema silvopastoril

* Arroz y maíz cultivados desde 2006 al 2013

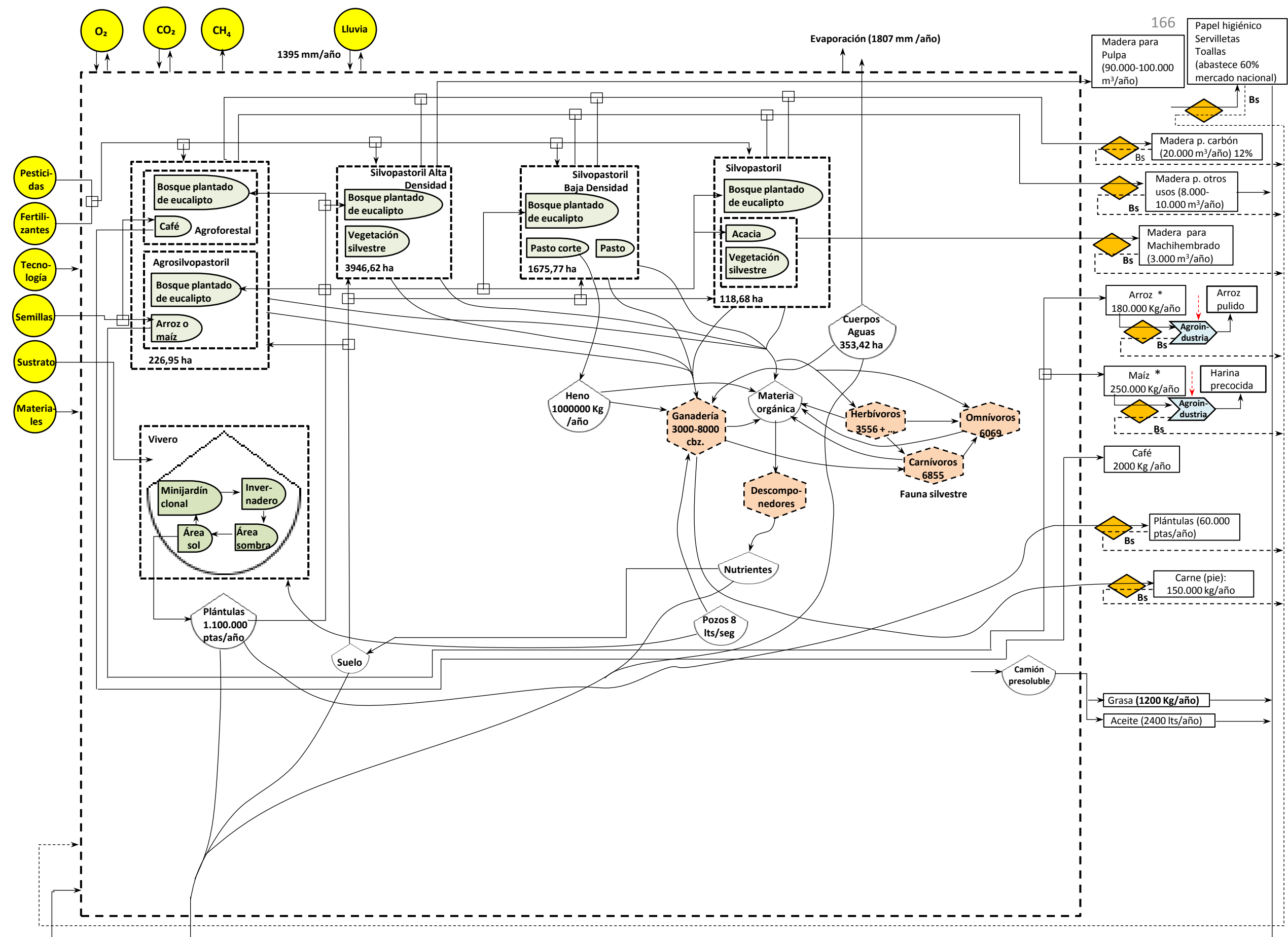


Figura 45. Ciclo de materiales del subsistema silvopastoril

* Arroz y maíz cultivados desde 2006 al 2013

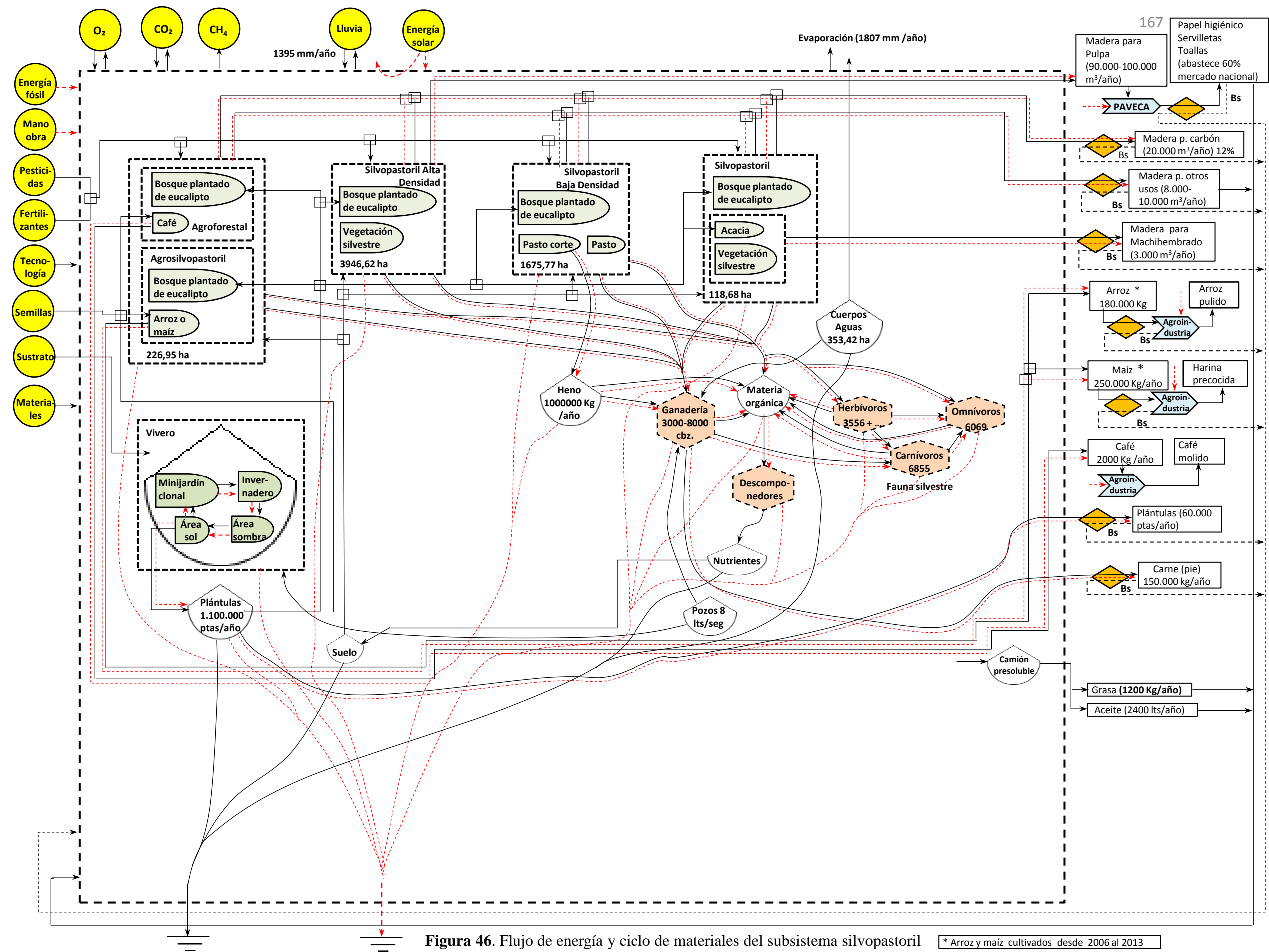


Figura 46. Flujo de energía y ciclo de materiales del subsistema silvopastoril

* Arroz y maíz cultivados desde 2006 al 2013

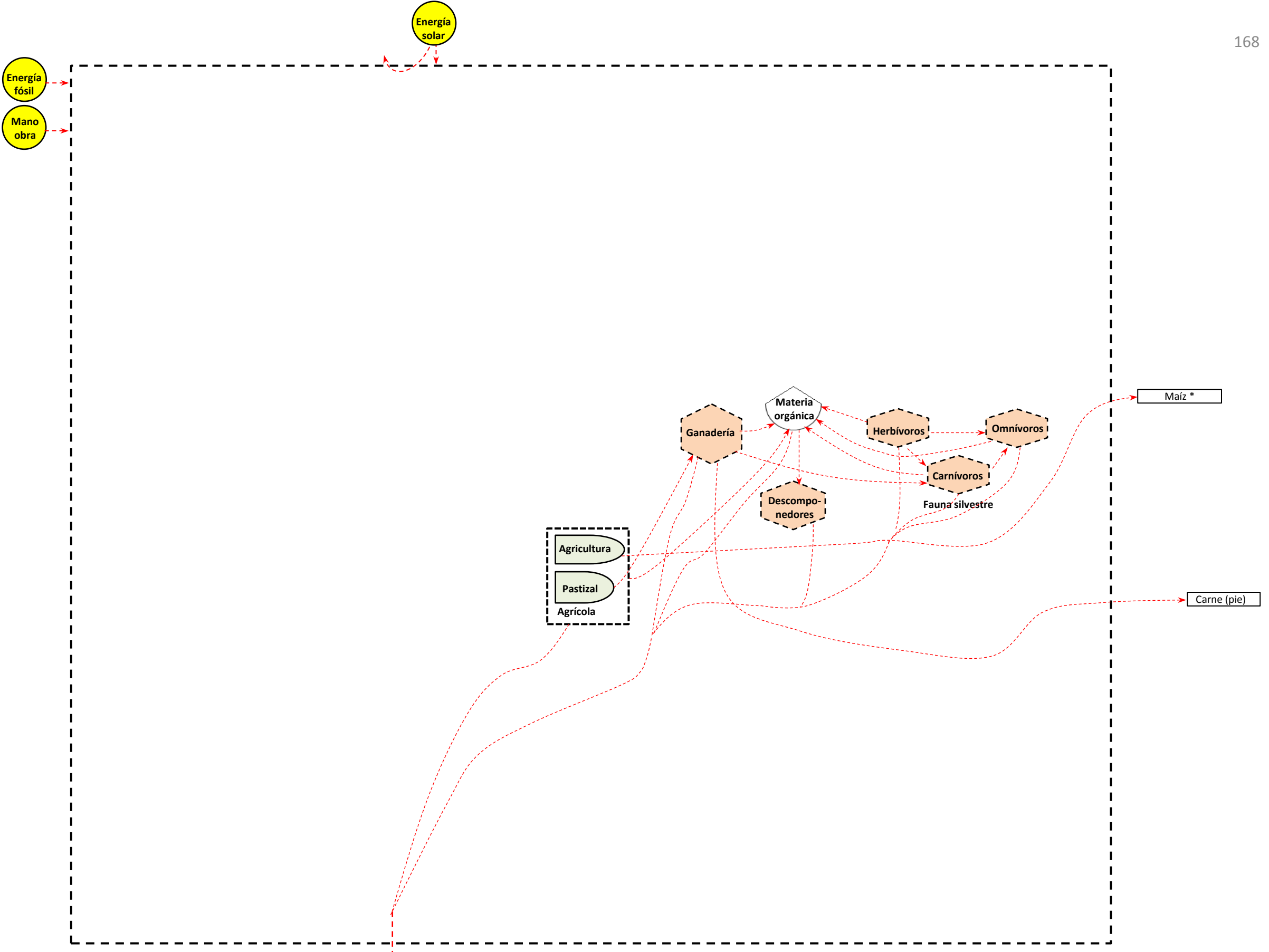


Figura 47. Flujo de energía del subsistema agrícola

* Maíz cultivado desde 2006 al 2013

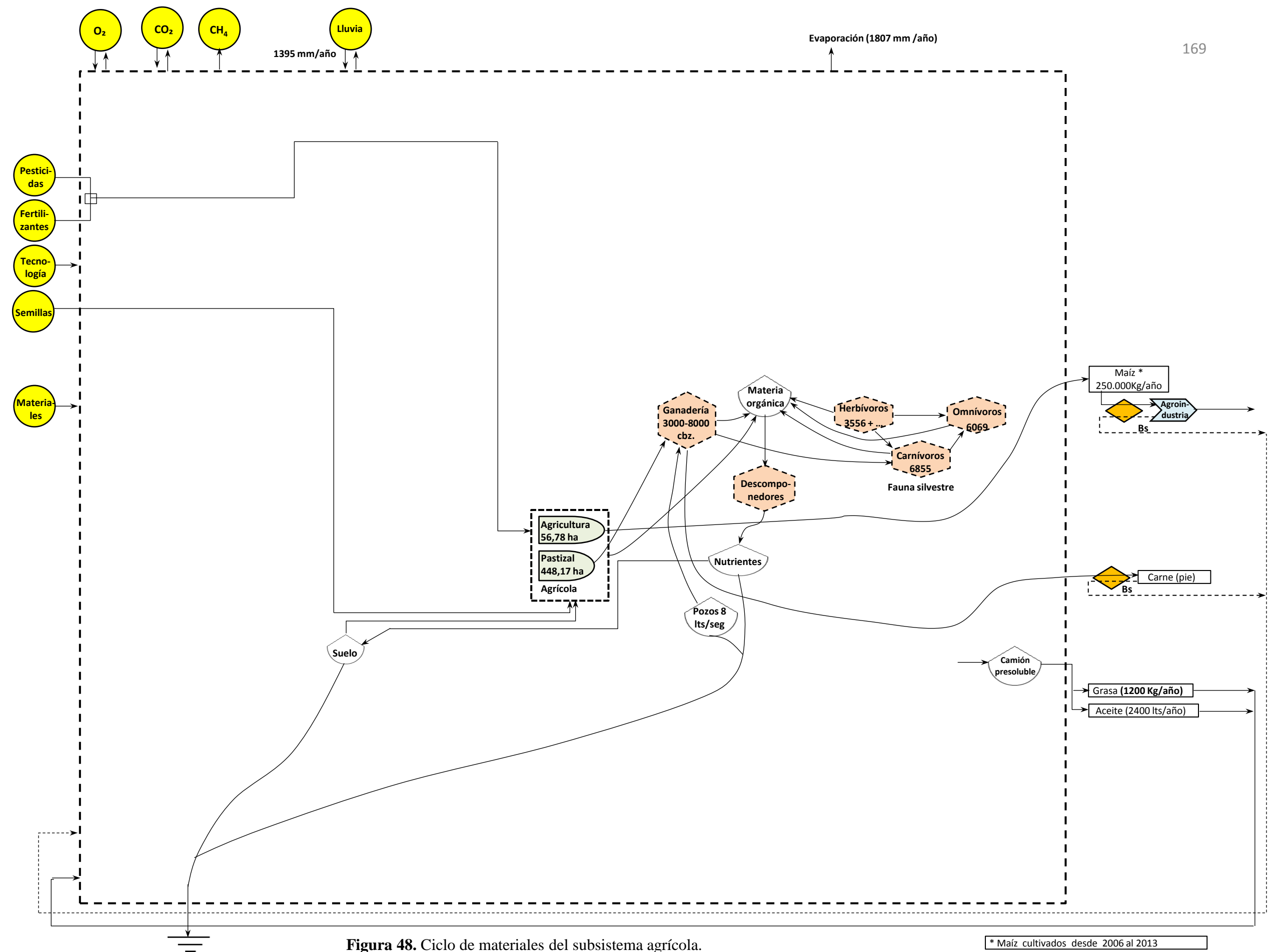


Figura 48. Ciclo de materiales del subsistema agrícola.

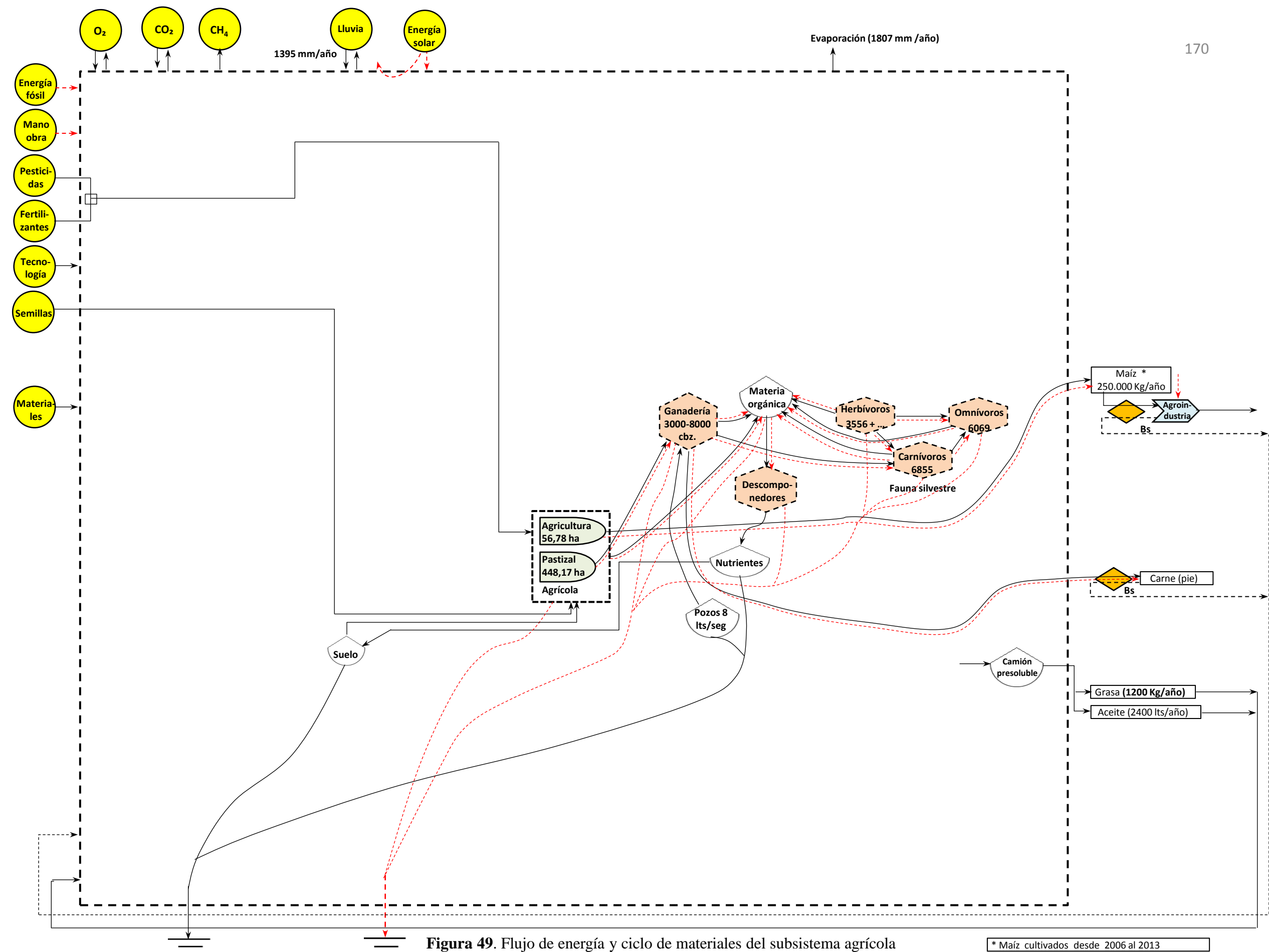


Figura 49. Flujo de energía y ciclo de materiales del subsistema agrícola

* Maíz cultivados desde 2006 al 2013

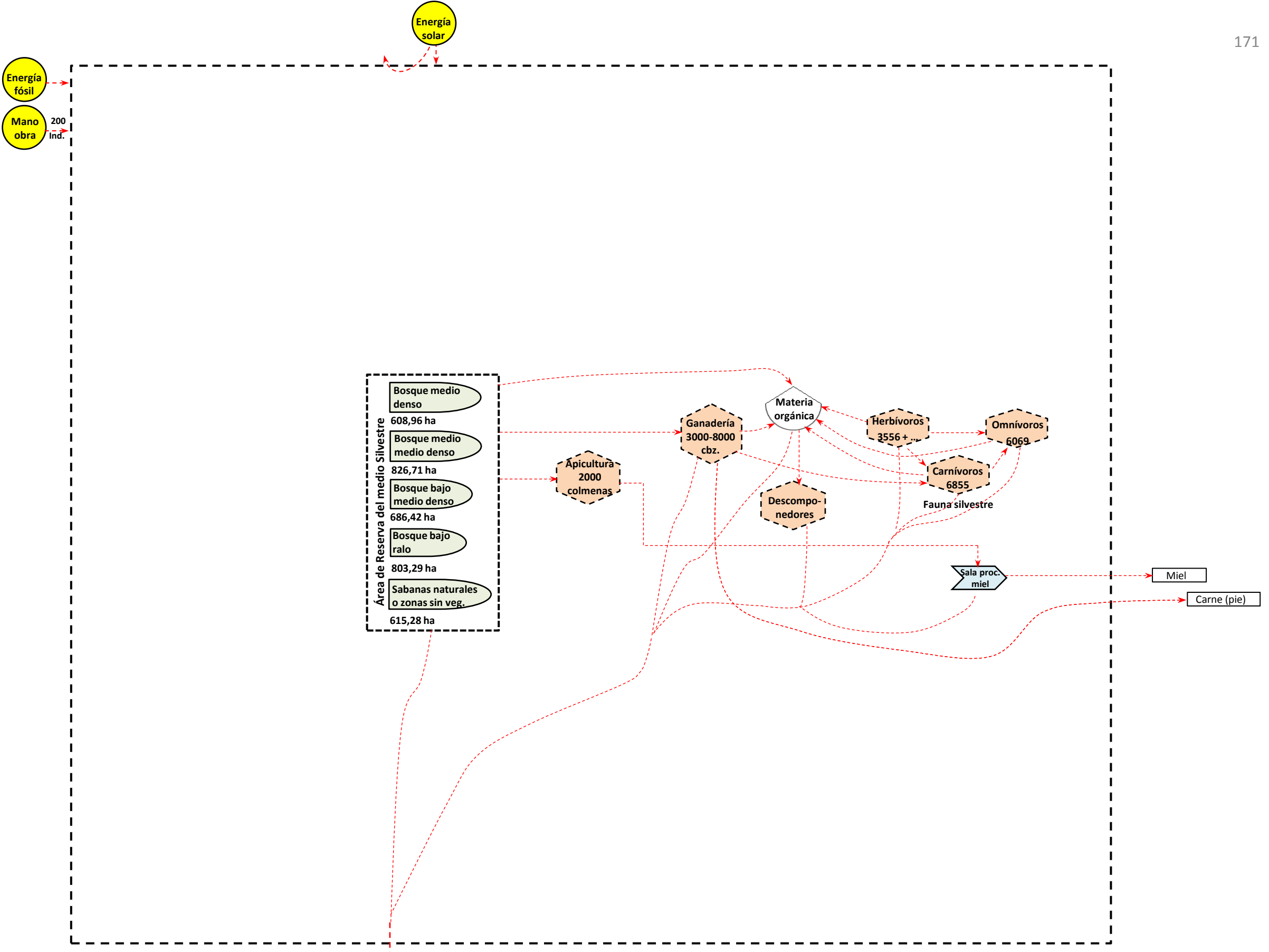


Figura 50. Flujo de energía del subsistema Área de Reserva del medio Silvestre

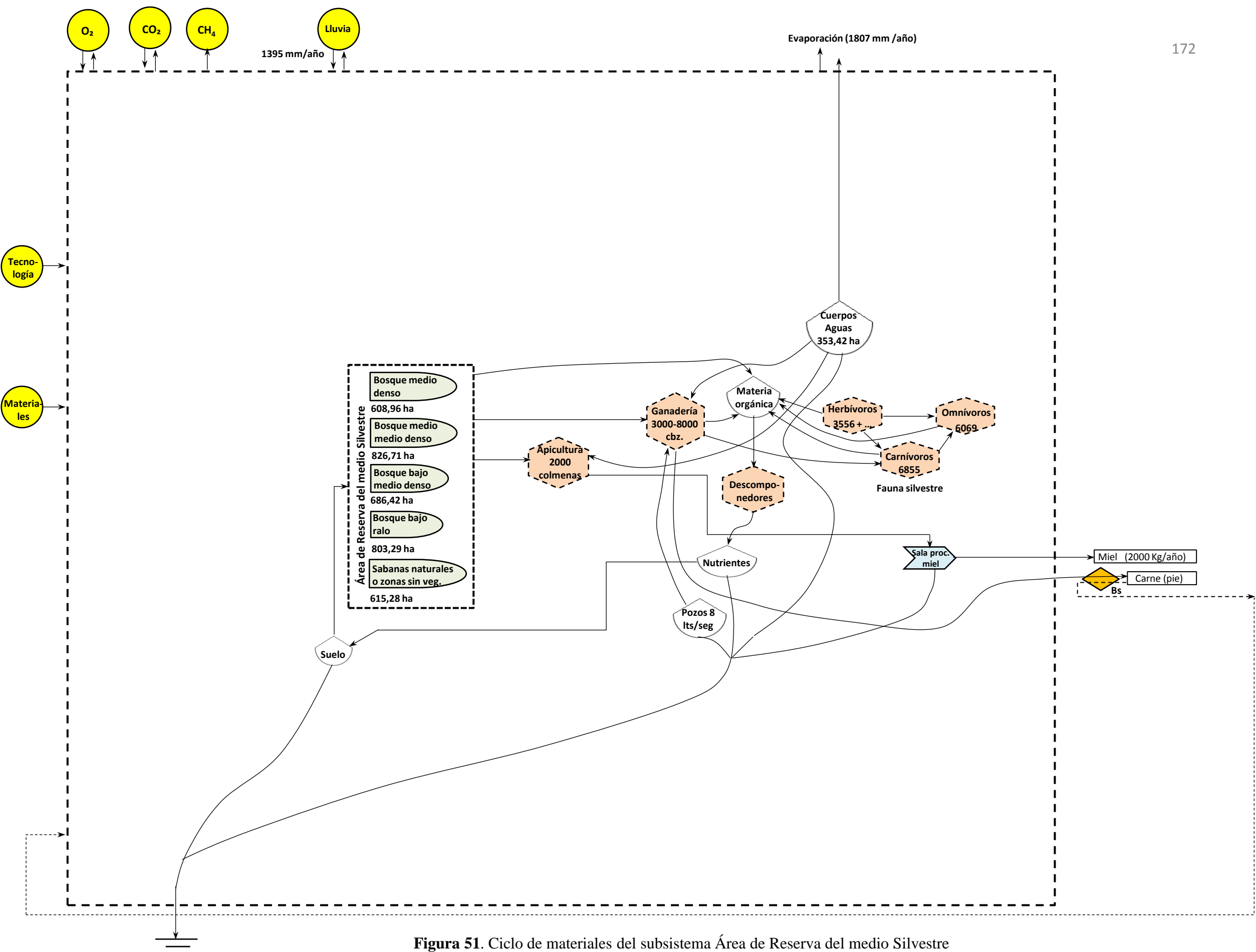


Figura 51. Ciclo de materiales del subsistema Área de Reserva del medio Silvestre

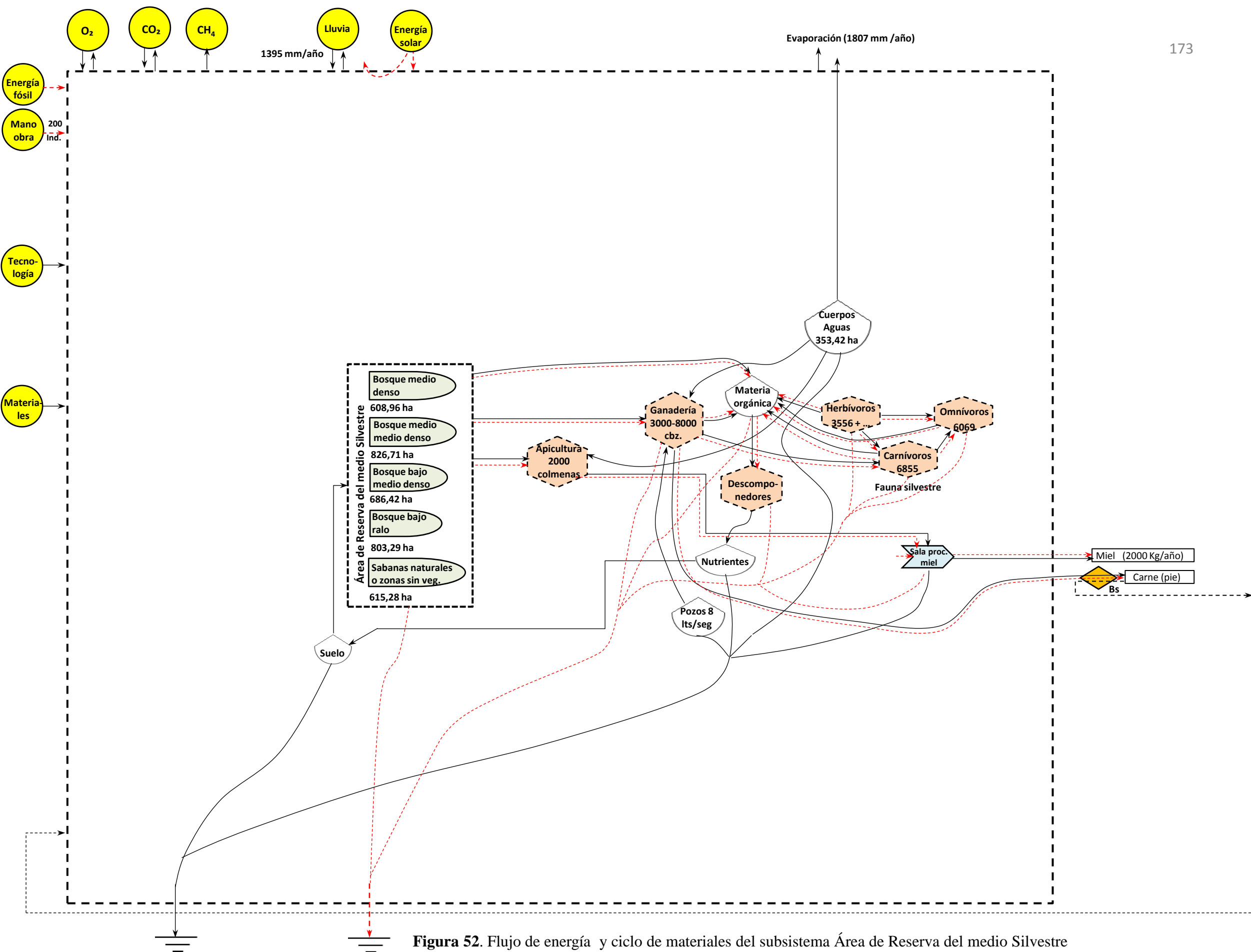


Figura 52. Flujo de energía y ciclo de materiales del subsistema Área de Reserva del medio Silvestre

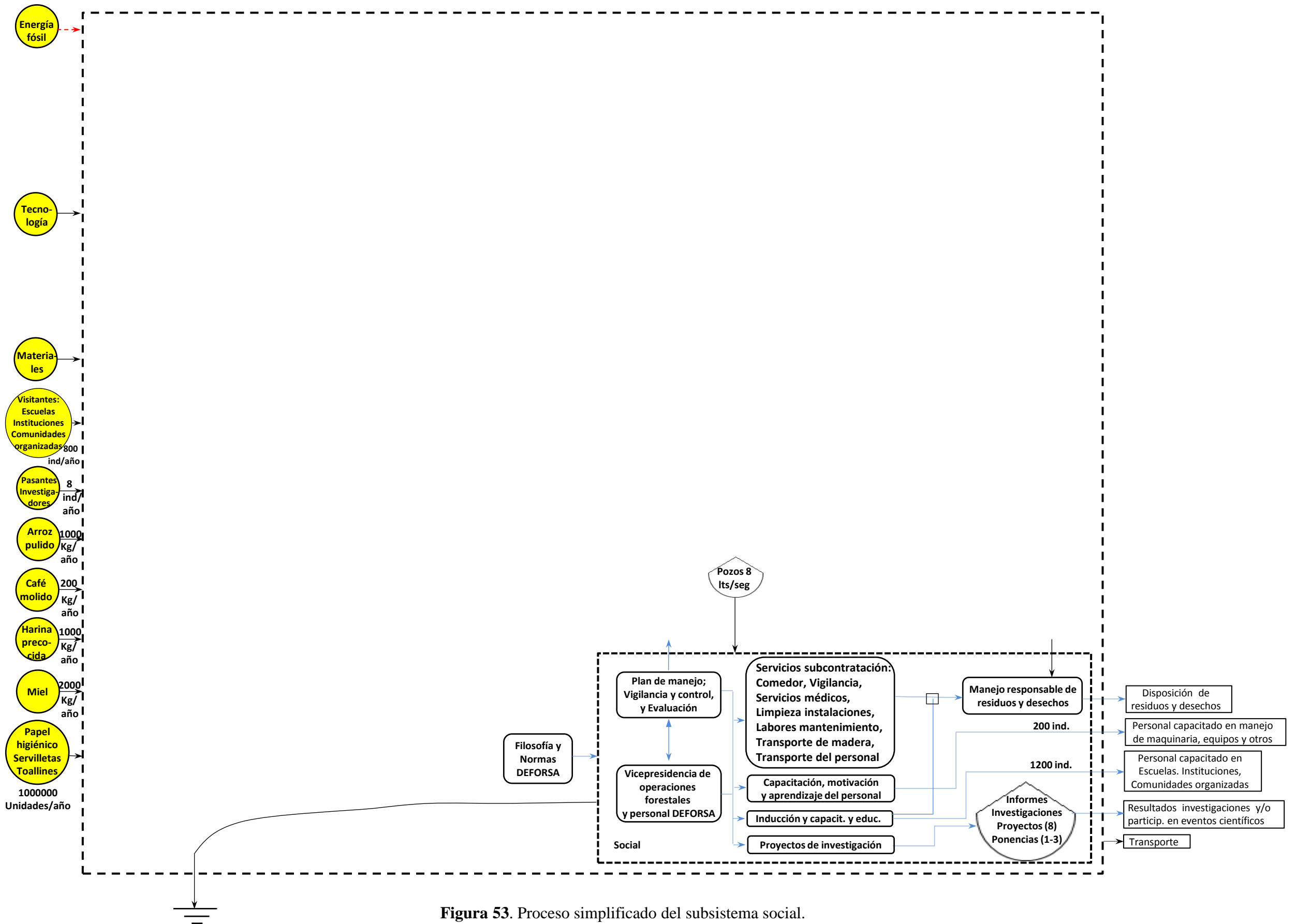


Figura 53. Proceso simplificado del subsistema social.

Flujo de energía del Sistema o Modelo de sustentabilidad

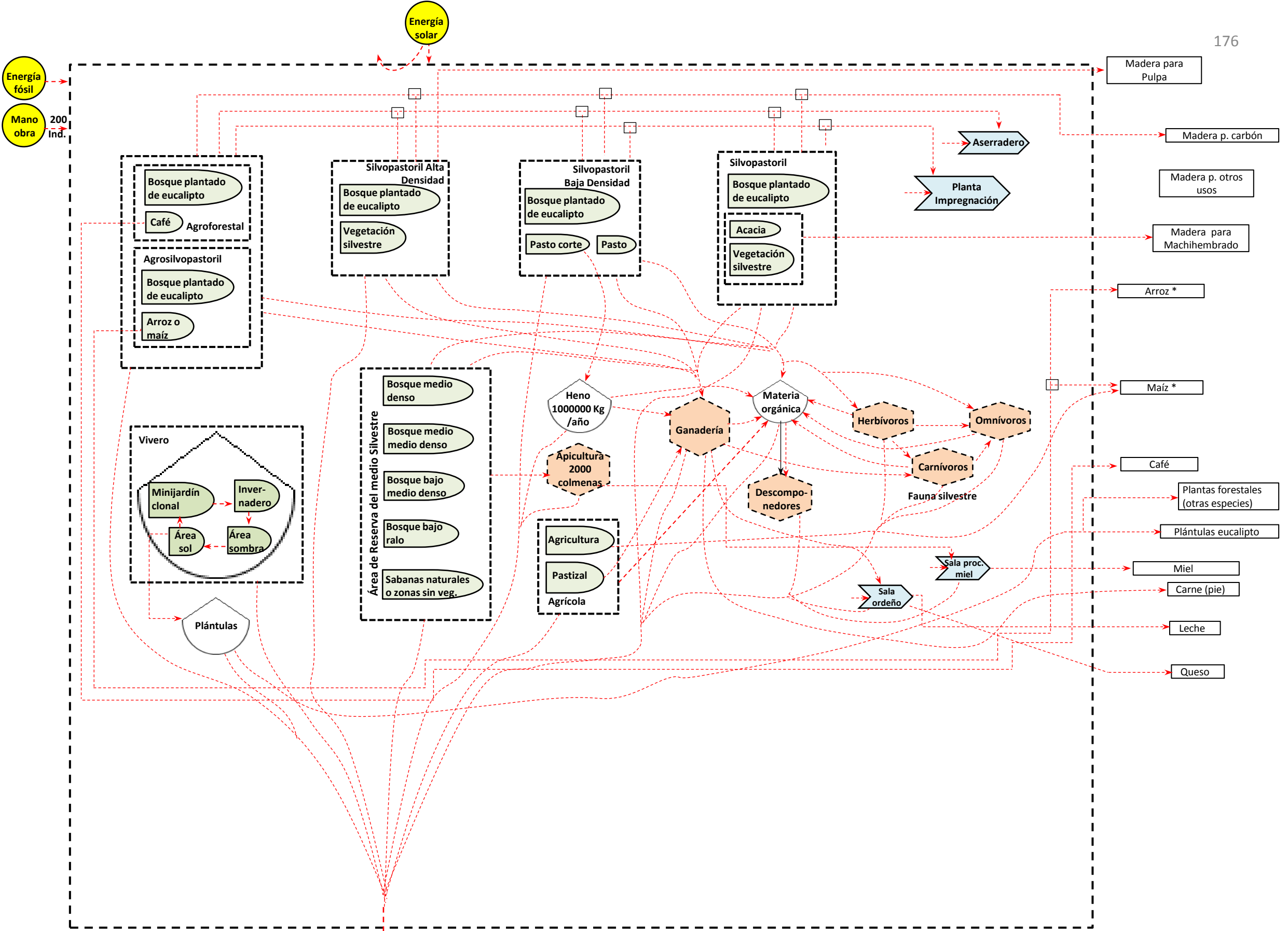


Figura 54. Flujo de energía del sistema o modelo de sustentabilidad

* Arroz y maíz cultivados desde 2006 al 2013

Ciclo de materiales del Sistema o
Modelo de sustentabilidad

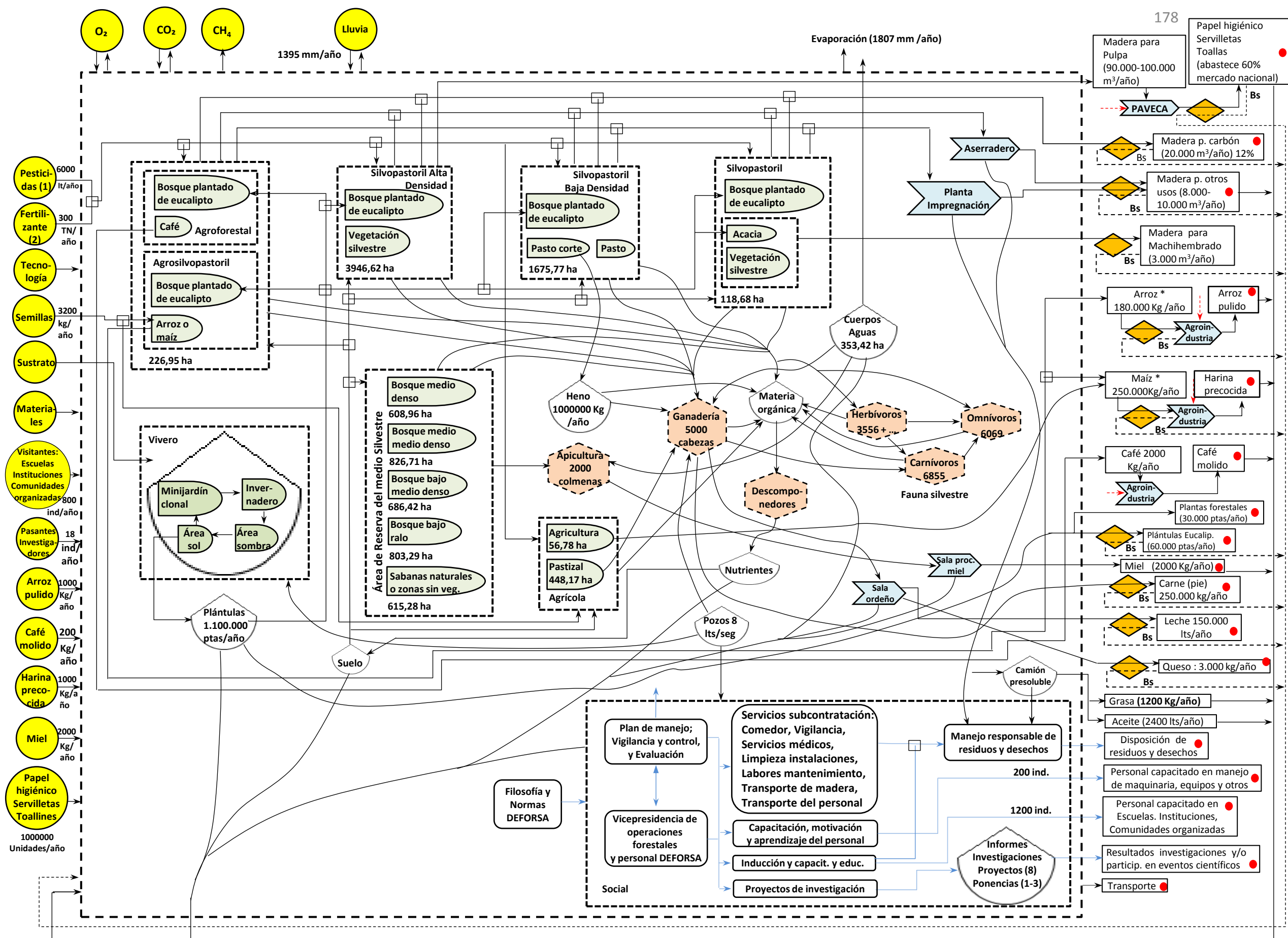
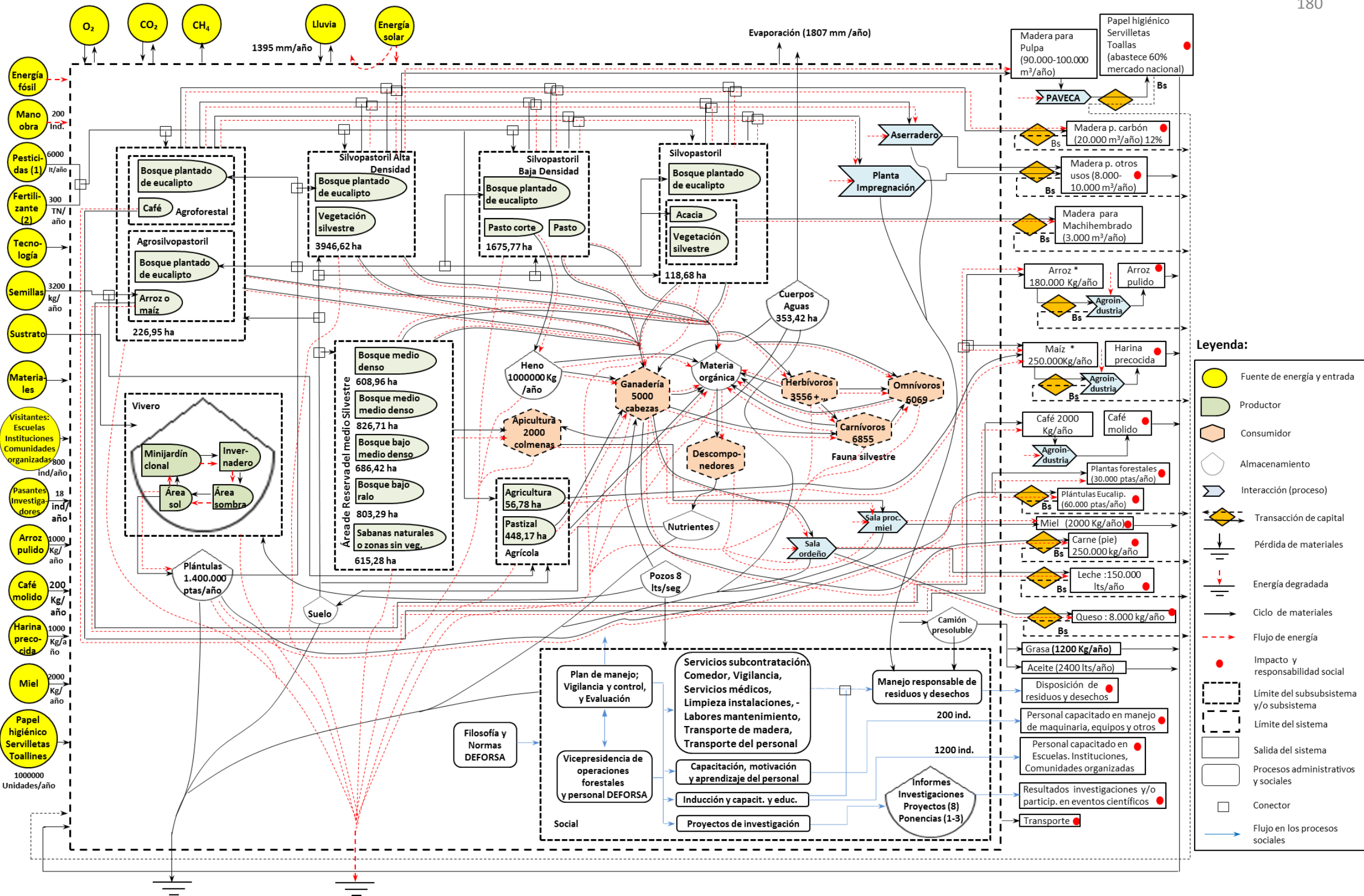


Figura 55. Ciclo de materiales del sistema o modelo de sustentabilidad

* Arroz y maíz cultivados desde 2006 al 2013

Modelo de sustentabilidad en bosque
plantado de eucalipto



(1) 300 TN/año fertilizantes fórmulas simples y 1000 TN de cal agrícola.
 (2) Herbicidas (6000 lt/año y bachaquicidas 400 – 500 kg/año
 * Arroz y maíz cultivados desde 2006 al 2013

Figura 56. Modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto fundamentado en la experiencia de la finca DEFORSA.

6.3 Análisis de diagrama de los subsistemas

Para analizar e interpretar los diversos diagramas, se sugiere visualizar las figuras desde la 44 a la 56.

La finca DEFORSA, es una agroecosistema constituido por un sistema ecológico y socioeconómico que incluye el establecimiento de bosques plantados de eucalipto, y la cría, levante y engorde de animales domesticados como la ganadería bovina y bufalina con el propósito de producir madera y otros productos agrícolas, pecuarios y subproductos forestales en armonía con las áreas de reservas del medio silvestre.

Este agroecosistema está conformado por subsistemas y subsistemas; constituyen sistemas complejos, porque se suceden interacciones entre los organismos (plantas, animales, insectos, microorganismos) y relaciones en los organismos y los factores físicos y ecológicos (energía solar, precipitación, suelo, agua) mediante el cumplimiento de los principios básicos como el flujo de energía y ciclo de materiales. Por tanto, los organismos vivos no existen de forma aislada, sino que se relacionan entre sí y en el ambiente donde se encuentren.

Si escogemos; por ejemplo, el **subsistema silvopastoril** (figuras 44, 45 y 46); este lo conforman los subsistemas: agroforestal y agrosilvopastoril (eucalipto + café y eucalipto + arroz + ganadería respectivamente) con un área de 226,95 ha.; silvopastoril de alta densidad (eucalipto combinado con vegetación silvestre + ganadería con carga animal $< 0,5$ UA/ha) con un área de 3.946,62 ha.; el silvopastoril de baja densidad (eucalipto con pasto + ganadería con carga animal de 0,5 a 0,75 UA/ha) con un área de 1.675,77 ha. y el silvopastoril (eucalipto + acacia combinado de vegetación silvestre + ganadería o acacia + ganadería con carga animal $< 0,5$ UA/ha) con un área de 118,68 ha. y el área de vivero conformado por el minijardín clonal, invernadero, área de sombra y área de sol.

En este agroecosistema, se inicia el análisis con la entrada de energía solar, el cual mantiene todos los procesos del sistema. El flujo de la energía de la red alimentaria compleja del subsistema, se da de forma lineal representado en el

diagrama por la línea discontinua de color rojo. La energía solar entra al agroecosistema desde el exterior a través de los organismos verdes o fotosintéticos como los bosques plantados, vegetación silvestre y pasto; y una vez que se transforma en energía química a través del proceso de la fotosíntesis, es transferida de un organismo a otro; así la vegetación silvestre y pasto sirven de alimento a la ganadería y otros herbívoros o consumidores primarios como venado (*Odocoileus virginianus*), conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*), chigüire (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y estos son el alimento de los carnívoros o consumidores secundarios como: cunaguaro (*Leopardus pardalis*), jaguar (*Panthera onca*), baba (*Caiman crocodilus*), y tanto los productores como algunos carnívoros son el alimentos de los omnívoros o consumidores terciarios como: báquiro de collar (*Tayassu tajacu*), zorro (*Cerdocyon thous*).

La riqueza y la abundancia de la fauna silvestre presente y observada constituyen un componente fundamental en los bosques plantados de herbívoros, carnívoros y omnívoros pertenecientes a las clases: mamíferos, reptiles, aves y anfibios; entre otras no clasificadas como peces, insectos, arácnidos, crustáceos y otros. Todos son protegidos bajo las normas DEFORSA y ninguno es aprovechado para su consumo.

Otro componente principal dentro del subsistema, lo representa la ganadería bovina y bufalina; el manejo coordinado y complejo en toda la finca mediante el pastoreo representa un valor agregado en el servicio ambiental que implica, el control de malezas y plagas; además, bajan el combustible para prevenir incendios forestales devastadores en los bosques plantados de eucalipto. Es de resaltar, que después de la cosecha los restos vegetales no se queman, sino que son incorporados al suelo aportando materia orgánica y parte de los nutrientes.

Todos los organismos cuando mueren, restos de vegetales, deyecciones y orinas son descompuestos por acción de los hongos y bacterias (microorganismos descomponedores).

Estos son diversos procesos metabólicos que se realizan en el agroecosistema, saliendo del sistema en forma de calor a través de la respiración de estos organismos;

por eso, la energía se va perdiendo a medida que va pasando de un nivel trófico a otro nivel trófico. Todos los organismos utilizan la energía que obtienen por su alimentación.

A medida que ocurre el flujo de la energía, en esa misma medida ocurre el ciclo de materiales; son procesos que están íntimamente relacionados, que difieren en la forma que entran y salen del agroecosistema, aun cuando estos se suceden de forma simultánea. De manera que el ciclo de la materia se inicia con los productores que transforman la materia inorgánica como el dióxido de carbono (CO_2) que obtienen del aire y el hidrógeno (H_2) del suelo proveniente del agua (precipitación), así como otros nutrientes del suelo: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S), molibdeno (Mb) y otros; en materia orgánica vegetal, en este caso; en bosque plantado de eucalipto, acacias, vegetación silvestre y pasto.

Luego los consumidores primarios (ganado, venados, chigüieres, monos, ardillas) transforman la materia orgánica vegetal en materia orgánica animal; los consumidores secundarios transforman la materia orgánica animal en animal (tigre, jaguar, culebra, baba, zorro, oso), los descomponedores (hongos y bacterias) transforman la materia orgánica tanto vegetal como animal en materia inorgánica y por último, los transformadores como las bacterias especializadas convierten la materia inorgánica en minerales o nutrientes en el suelo (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Mb) que son absorbidos por las raíces de las plantas, de esta forma se sucede el ciclo de la materia representado en el diagrama por la línea continua de color negra.

En todo agroecosistema, hay pérdidas propias de un sistema natural como nutrientes que no son absorbidos o aprovechados por las plantas, partículas o sedimentos del suelo arrastrados por escorrentía, evaporación (1807 mm/año), entre otras pérdidas a causa del procesamiento de la miel en la sala de extracción y materiales diversos como plásticos, entre otros.

El agroecosistema silvopastoril tiene más salida que entrada de nutrientes en el suelo; es decir, lo que sale en madera, por lo que hay mayor extracción que lo que el

sistema puede retribuir al suelo. Es por esto, que se realiza la enmienda con dolomita (cal agrícola) y la aplicación de fertilizantes químicos; previos análisis de suelos; para complementar el déficit y obtener los rendimientos óptimos. Así mismo, juega un papel importante el plan de manejo del cultivo de bosques plantados de eucalipto y todo lo referente a la aplicación de pesticidas; la tecnología que involucra la utilización de equipos de alta eficiencia, mano de obra, semillas, sustrato, materiales y suministros. Estas entradas al subsistema, implica la intervención antrópica propia del sistema.

Del subsistema silvopastoril se obtienen los siguientes productos (salidas):

- Subsubsistema agroforestal y agrosilvopastoril: madera para carbón, madera para otros usos (uso estructural, puntales, estantillos, botalones, paletas). Café cereza: 2.400 Kg (sin procesar); arroz paddy: 300.000 Kg (con cáscara), maíz en grano: 250.000 Kg y ganadería (carne en pie).
- Subsubsistema silvopastoril alta densidad: madera para pulpa, madera para carbón y ganadería (carne en pie).
- Subsubsistema silvopastoril baja densidad: madera para otros usos y madera para carbón y ganadería (carne en pie). También se produce el heno (1000000 kg/año) pero este no sale del sistema.
- Silvopastoril con eucalipto + acacia o silvopastoril con acacia: madera para machihembrado, madera para carbón y ganadería (carne en pie).
- Subsubsistema vivero: se producen 1.000.000 de plántulas para el subsistema y 60.000 plantas/año para la venta a otros productores con fines de producción de madera para carbón, estantillos y cortavientos.

Todos los productos obtenidos de la producción y que salen del sistema, generan ingresos económicos retornables en bolívares; así como: la madera para pulpa (90.000 a 100.000 m³/año), madera para carbón (11.400 m³/año), madera para otros usos (8.000 a 10.000 m³/año), madera para machihembrado (3.000 m³/año) y carne en pie: discriminado en; bovinos y búfalos: 300 animales con promedio de 470 kg, para

un subtotal de 141.000 Kg/año y ovejos: 250 animales con promedio de 40 kg, subtotal 10.000 Kg/año, para un total de 150.000 Kg/año.

Otros productos que se producen pero que no salen del sistema, representan un valor agregado al sistema total, como: el heno utilizado en la alimentación del ganado en temporada seca; la madera para otros usos como estantillos y botalones en cercas fijas y móviles; la producción de plántulas en vivero para abastecer la demanda en la finca (1.000.000 plantas/año). La grasa y el aceite recolectada en campo con el camión presoluble, es reutilizada; la grasa (1.200 Kg/año) se mezcla con garrapaticidas para untar al ganado (uso externo), entre otros usos; y el aceite (2.400 l/año) para motores dos tiempo (motosierras y guadañas) y preservación de la madera para uso de la finca.

De manera que el subsistema silvopastoril se observa claramente el flujo de energía en forma lineal, en el que no se interrumpe por incendios, plagas, enfermedades, pisoteo de plantaciones al primer año, sobrepastoreo o epidemias; y el flujo de materiales en forma cíclica, que aunque se evidencien numerosas salidas de productos propios de una finca forestal, se reconocen los ciclos internos y complejos del subsistema, como la producción de heno, de plántulas de eucalipto, cría de becerros, estantillos y botalones (no constituyen entradas externas). Al respecto, en las entradas externas se ha reducido, alrededor de un 30% la aplicación de herbicidas y plaguicidas para bachacos (pesticidas), con la incorporación de la ganadería. La fauna silvestre propia del hábitat se encuentra presente en todo el subsistema.

El **subsistema Agrícola** (figuras 47, 48 y 49); lo conforman dos componentes principales: cultivos agrícolas (agricultura) con un área de 56,78 ha. y pasto (pastizal) con 448,17 ha.

En este se realizan los mismos procesos ya explicados en el subsistema anterior, con la salvedad, que este es más simple y menos complejo. Inicia con la entrada de energía solar al agroecosistema desde el exterior a través de los organismos verdes o fotosintéticos como los cultivos agrícola de maíz principalmente y pasto; y una vez que se transforma en energía química a través del proceso de la fotosíntesis, es

transferida de un organismo a otro; así la vegetación silvestre y pasto sirven de alimento a la ganadería y otros herbívoros y estos son el alimento de los carnívoros, y tanto los productores como algunos carnívoros son el alimentos de los omnívoros.

La fauna silvestre; especialmente, la de hábitat abiertos; está presente en este subsistema, la ganadería en el área de pasto solamente, luego en el campo de cultivo después de la cosecha.

Las pérdidas que ocurren en este subsistema en particular son: de nutrientes que no son absorbidos o aprovechados por las plantas, partículas o sedimentos del suelo arrastrados por escorrentía, evaporación, entre otras pérdidas representadas en el diagrama.

Las entradas son: energía fósil para accionar la maquinaria, mano de obra, aplicación de fertilizantes químicos para complementar el déficit de nutrientes en el suelo y obtener rendimientos óptimos, aplicación de pesticidas (insecticidas para el control de plagas y herbicidas para el control de malezas), tecnología (implementos y equipos adecuados, calibrados y de alta eficiencia), semillas de maíz, entre otros materiales y suministros.

Del subsistema agrícola se obtienen los siguientes productos (salidas):

- Agricultura (cultivo de maíz): maíz en grano: 250.000 Kg.
- Pasto: para consumo fresco de ganado.

Solo el maíz obtenido de la producción y que salen del sistema, genera ingresos económicos retornables en bolívares. El pasto que se produce es consumido verde y fresco por el ganado a través del pastoreo rotativo.

Otras entradas y salidas, procesos e interacciones se especifican en el diagrama y en el aparte del subsistema anterior.

En el subsistema agrícola (agricultura de ciclo corto) se observa el flujo de energía en forma lineal, en el que no se interrumpe por incendios, plagas o enfermedades. Para el caso del pastizal, tampoco se irrumpe por sobrepastoreo o

epidemias en los animales. El flujo de la energía y ciclo de materiales que se realizan en este subsistema son muy simples y los procesos poco complejos.

Subsistema del Área de Reserva del medio Silvestre (figuras 50, 51 y 52); este lo conforman los componentes: Bosque medio denso (608,96 ha.), Bosque medio medio denso (826,71 ha.), Bosque bajo medio denso (686,42 ha.), bosque bajo ralo (803,29 ha.), sabanas naturales o zonas sin vegetación (615,28 ha.), los cuerpos de agua o zonas inundables (353,42 ha.) y la apicultura (2.000 colmenas).

La energía solar entra al agroecosistema desde el exterior a través de los bosques y sabanas naturales, y una vez que se transforma en energía química (fotosíntesis), es transferida de un organismo a otro; así la vegetación silvestre, hojas tiernas de arbustos y frutos sirven de alimento a la ganadería y otros herbívoros y estos son los alimentos de carnívoros, y tanto los productores como algunos carnívoros son los alimentos de omnívoros.

Como la fauna silvestre y la ganadería están en todos los subsistemas (agroecosistemas), la explicación de los procesos se desarrolló en el subsistema silvopastoril.

La riqueza y abundancia de la fauna silvestre constituyen un componente fundamental en las Áreas de Reserva del medio Silvestre y de todo el sistema. Estas se encuentran representadas por: 3.556 individuos de herbívoros (no están inventariados los insectos u otros herbívoros), 6855 individuos de carnívoros y 6.069 individuos de omnívoros correspondientes a 235 especies y 55 familias de aves, 43 especies y 26 familias de mamíferos, 28 especies y 15 familias de reptiles, y 17 especies y 5 familias de anfibios), entre otras no clasificadas pero observadas como peces, insectos, arácnidos, crustáceos, quilópodos y diplópodos, entre otros.

La ganadería la representan los bovinos y búfalos cuya cantidad oscila entre 3000 en temporada seca y un poco más, en temporada de lluvias; y los ovejos alrededor de 300. También constituye un valor agregado en el beneficio ambiental que implica, prevenir incendios forestales en las áreas de reservas ya que bajan el combustible

especialmente en el área de galeras (sur) que es más propenso a incendios provocados por fincas vecinas en la temporada seca.

Las pérdidas que se suceden mayormente son mínimas, ya que la intervención es muy baja; algunas de ellas: sedimentos o partículas del suelo y evaporación de los cuerpos de agua, entre otras representadas en el diagrama.

Las entradas son pocas como: energía fósil, mano de obra, tecnología y materiales. De este subsistema se obtienen 2.000 Kg/año de miel.

En el subsistema del Área de Reserva del medio Silvestre se observa el flujo de energía en forma lineal, en el que no se interrumpe por incendios o sobrepastoreo; y el flujo de materiales en forma cíclica. Esto se debe a que el subsistema es “natural” o muy semejante a un ecosistema, representado por bosques, sabanas y cuerpos de agua (lagunas naturales y artificiales). El manejo coordinado del ganado en la temporada seca (pastoreo), suma importancia, debido a que se previenen los incendios que se originan de fincas vecinas. La presencia de la fauna silvestre es mayor, propia del hábitat. Se evidencia la complejidad en el subsistema o agroecosistema con mínima intervención como el pastoreo rotativo del ganado bovino, bufalino y ovino. De este, solo se obtiene miel.

El **Subsistema Social** no es un agroecosistema; son los procesos administrativos necesarios como complemento integral del modelo de sustentabilidad o sistema total. Es por ello, que se incorporaron tres símbolos para la diagramación del modelo descrito en la tabla 35: el símbolo de procesos administrativos y sociales, flujo de los procesos del subsistema social, e impacto y responsabilidad social.

Las entradas del subsistema social son: energía fósil, tecnología e información, materiales e insumos (papelería, materiales de oficina, repuestos, etc.); visitantes de escuelas (800 individuos/año) de instituciones, comunidades organizadas; pasantes e investigadores (18 individuos/año); arroz pulido (1.000 kg/año), café molido (200 kg/año), harina precocida (1.000 kg/año), miel (2.000 kg/año) y papel higiénico, toallas y servilletas (1.000.000 unidades/año). Las salidas son: disposición de

residuos y desechos sólidos y líquidos, personal capacitado en manejo de maquinaria, equipos y otros (200 personas/año); personal capacitado en escuelas, instituciones, comunidades organizadas (800 individuos/año); resultados de investigaciones y/o participación en eventos científicos (Informes, investigaciones y proyectos: 8/año; ponencias y/o participación en eventos científicos: 1-3 por año), transporte interno que beneficia a los trabajadores DEFORSA y presta servicio gratuito a comunidades adyacentes por la ruta (figura 53).

6.4 Análisis del modelo de sustentabilidad

En el punto anterior, se ha realizado el análisis de los diagramas de cada subsistema. En esta ocasión, se realiza el análisis general del modelo con la integración de todos los subsistemas, identificando en primer lugar, el límite del sistema que es la finca DEFORSA. Sin embargo; en la figura 54 se muestra solo el flujo de energía del sistema, el ciclo de materiales en la figura 55 y el modelo de sustentabilidad en la figura 56, haciendo énfasis en esta última.

Los símbolos en el modelo muestran como están conectados los componentes productores y consumidores del agroecosistema, el uso de energía, el ciclo de materiales y el uso del depósito o almacén son utilizados para ayudar a los procesos de producción. Esta conexión se identifica con flechas de líneas discontinuas color rojo para el flujo de energía y flechas de color negro para el ciclo de materiales. También se muestran las entradas y salidas de productos, pérdida de materiales y degradación de la energía.

La producción de productos forestales con fines comerciales, consta de una especie principal; el eucalipto, y en pequeñas proporciones de acacia. Otra especie manejada en el sistema de producción es la ganadería de bovinos, búfalos y ovejos. Este último componente (ganadería) conlleva a la práctica silvopastoril en todo el sistema y en reducidas áreas la práctica agrosilvopastoril con cultivos de café, arroz y maíz.

Al mismo tiempo, se promueven prácticas de manejo en la intensificación de la biodiversidad de la vegetación silvestre que coexiste en el campo de cultivo como cobertura vegetal y en los alrededores, fragmentos heterogéneos de otras especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que sirven de hábitat a la diversidad de fauna silvestre; esta a su vez se desplaza por los bosques plantados de eucalipto representando la conectividad del sistema. Esto significa, que se mantienen las áreas de reserva del medio silvestre como los cuerpos de agua, sabanas y bosques.

En la figura 57; en formato doble carta, se representa el Modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto fundamentado en la experiencia de la finca DEFORSA. En esta oportunidad, se colocó en formato de letras “negritas” cada componente del sistema para llevar la secuencia con el diagrama del modelo. El flujo de energía que se procesa, está relacionada con la *biodiversidad* del agroecosistema. El sistema principalmente terrestre, está organizado en 4 subsistemas y el componente principal de mayor magnitud lo conforman los **productores** que dependen de la **energía solar** capturada y procesada por el **bosque plantado de eucalipto** y la **vegetación silvestres** de los bosques, sotobosque y sabanas. El otro componente, de la energía procedente de la degradación es la **materia orgánica** muerta; es hasta aquí donde llega la energía.

En este sistema, la diversidad de **herbívoros**; que en su mayoría son insectos, entre otras aves y mamíferos; procesan entre 1 - 5% aproximadamente de la energía captura por las plantas, y menos energía quedará para los **carnívoros** que se alimentan de los herbívoros, y mucho menos, de carnívoros que se alimentan de otros carnívoros y herbívoros (**omnívoros**). Por lo que el flujo de energía en cada nivel trófico se va perdiendo un 10% por la respiración y calor. Esto significa que los herbívoros ponen un límite a la diversidad de los carnívoros.

Por otro lado, parte de la energía en un porcentaje muy bajo es procesado por los microorganismos **descomponedores** como los hongos y bacterias, y detritívoros como lombriz de tierra y otros organismos. Este proceso permite que la cantidad de alimento aumente para los carnívoros; es decir, al descomponerse la materia orgánica,

se liberan los **nutrientes** en el **suelo** que son absorbidos y aprovechados por las plantas o productores, que a su vez son el alimento de los herbívoros y estos de los carnívoros completándose así el ciclo de materiales.

Entre otros componentes biológicos: las abejas a través de la **apicultura** y la **ganadería** con bovinos, búfalos y ovejos. Las abejas polinizan gran parte de especies vegetales y el ganado controla maleza en el bosque plantado (control biológico) y, por ende; disminuyen las aplicaciones de herbicidas, controla el bachaco y se aplica menos bachaquicidas; y baja el combustible en zonas vulnerables a incendios.

Para mantener la ganadería en la temporada seca, el ganado se alimenta de los **pastos** sembrados y **heno** (1.000.000 kg/año) obtenido del **pasto de corte**, también del bosque natural en la búsqueda de frutos y vegetales. Para la temporada de lluvias, el ganado pastorea en la **vegetación silvestre** bajo los bosques plantados proporcionándole otro valor agregado como la sombra.

Entre los componentes no biológicos están: los cuerpos de agua, pozos y el camión presoluble. Los **cuerpos de aguas** están constituidos por más de 20 lagunas con sus respectivas zonas de inundación entre canales y drenajes, y cursos de agua intermitentes. Los cursos de agua naturales tienen su zona de protección o bosque de galería. La mayoría de las lagunas se encuentran cerca de las plantaciones. Las lagunas representan un hábitat acuático para la fauna silvestre de insectos, mamíferos, reptiles, anfibios y especialmente para la avifauna. Estos cuerpos de agua son utilizados para la ganadería.

Los **pozos de agua** (5 pozos) cuyo caudal promedio es de 8 l/seg, es utilizado para el vivero, oficinas y comedor, y algunos bebederos para el ganado en campo.

El **camión presoluble**, cumple la función de trasladar los aceites hidráulicos y de motor, grasas y combustibles a la maquinaria y equipos que están en campo y abastecer los respectivos suministros; al mismo tiempo, recolecta los lubricantes usados para no contaminar el suelo, ni movilizar la maquinaria que significa compactación del suelo y pérdida de tiempo; dichos lubricantes son reutilizados como

aceites para la preservación de la madera y uso en motores de dos tiempo (motosierras y guadañas) y grasas como garrapaticidas.

Entre otros componentes de interacción o procesos que combinan diferentes tipos de flujos de energía o de materiales se tienen: el aserradero, la planta de impregnación, la sala de ordeño y la sala de procesamiento de miel. El **aserradero** corta la madera producto del bosque plantado y la transforma de estantillos, botalones, puntales, madera para estructuras y paletas. La **planta de impregnación (autoclave)** se utiliza para la preservación de estantillos y botalones para darle garantía por 10 años. La **sala de ordeño**, es para obtener la leche bajo las estrictas medidas sanitarias y elaboración del queso. La **sala de procesamiento de la miel** para extraer el producto (miel y subproductos) de los panales, envasar y acondicionar los panales para colocarlos en las colmenas en campo nuevamente.

El vivero consta de una infraestructura especial para la reproducción asexual de plántulas de eucalipto, sus componentes constan: de un **jardín clonal** donde se extraen las estacas, luego pasan al **invernadero, área de sombra y área de sol**.

Para que el sistema pueda funcionar, se requieren de entradas que pueden ser propias del ambiente externo y antrópicas propias de agroecosistemas. Por ejemplo; las entradas y salidas del ambiente externo: la energía solar, el oxígeno, dióxido de carbono y precipitación o lluvias (agua). Estas están dispuestas por encima del sistema ya que pueden entrar y también salir. El metano solo sale a la atmósfera.

La **energía solar** es captada y absorbida por las plantas y una pequeña parte se pierde al exterior. El **oxígeno** es liberado por las plantas después del proceso de la fotosíntesis durante el día y absorbe **dióxido de carbono** para transformarlo en energía química; proceso contrario se sucede durante la noche, el oxígeno es absorbido y el dióxido de carbono liberado. El **metano** es un componente que se genera por los procesos fermentativos del alimento que ingresa al rumen del ganado bovino y ovino; se presume, que el metano que se produce en el sistema se sucede en pequeñas cantidades; su manejo es extensivo y la carga animal, en término generalista, no sobrepasaría de 0,5 UA/ha con 5000 cabezas.

La **lluvia** es el agua que se precipita o cae en forma líquida en el agroecosistema, luego a través del proceso de **evaporación** sube en forma de vapor y se condensa para formar las nubes y vuelve a caer en forma de lluvia. El agua que se evapora proviene de los cuerpos de agua, de la superficie del suelo y de las plantas por la transpiración. La precipitación del sistema marca 1.361 mm/año y la evaporación de 1.807 mm/año; esta es superior a la precipitación, por lo que hay un déficit.

Ahora se hablará de las entradas externas del agroecosistema; estas entradas se suceden del lado izquierdo del sistema: la **energía fósil** es el suministro de combustible, aceites, grasas, electricidad, electricidad con planta eléctrica. La **mano de obra** son todos los trabajadores (200 personas).

Los **fertilizantes** para abonar las plantas de eucalipto en sus 2 primeros años de crecimiento y pastos (fertilización antes, al momento y después de la siembra; luego reabono con úrea); también a los cultivos de maíz, arroz y café. Los **pesticidas** como herbicidas se aplican a plantas de eucalipto y a los cultivos: insecticidas y herbicidas en la forma y dosis adecuada y época oportuna. La cantidad de fertilizante se discrimina en: 300 TN/año para aplicar a 2.000 ha. y 1.000 TN/año de dolomita o $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Los pesticidas en: herbicidas, 6.000 lts/año e insecticidas (bachaquisidas) 400 – 500 Kgs/año.

La **tecnología** se refiere a las técnicas y equipos eficientes y eficaces como por ejemplo: sistema automatizado de riego en invernadero, preparación del suelo con equipo triturador de ramas y limpiador de calles (Bot Cat), equipo multifuncional (subsola, fertiliza y loma), la cosecha de madera para pulpa con cosechadora Harvester John Deere (corta, desrama, descorteza, secciona y apila), el camión presoluble, programas computarizados para el manejo general de la finca, entre otros.

Las **semillas** de arroz y maíz certificadas para la siembra. En el caso del cultivo de café, son traídas las plántulas de variedad caturra adaptada a las condiciones ambientales de los llanos. El **sustrato** es un material inerte utilizado para los tubetes donde se siembran las estacas de eucalipto.

Los **materiales** se refieren a todos aquellos que no han sido nombrados, como materiales de oficina, repuestos, medicinas veterinarias, hormonas, herramientas, equipos y materiales de seguridad (casco, guantes, peto protector, mascarillas, botas de seguridad y otros), radios transmisores, insumos y equipos médicos básicos, computadoras e impresoras, entre otros materiales y equipos propios del sistema.

Los **visitantes** están conformados por estudiantes, maestros, profesores, productores agropecuarios y forestales, entre otros profesionales de escuelas, instituciones, empresas, fincas o comunidades organizadas. La visita guiada consta de una charla previa para conocer la finca DEFORSA y sobre concienciación en educación ambiental, luego se procede al recorrido por las instalaciones, actividades en el campo y avistamientos de la diversidad de la fauna silvestre, la visita guiada tiene una duración de 2 a 3 horas. Se recibe alrededor de 800 visitantes al año en grupos pequeños que no sobrepasan los 20; en caso de las escuelas, grupos máximo de 30. Las instituciones o interesados hacen una solicitud a la finca indicando la fecha, hora y número de participantes.

Se reciben **pasantes** de educación media y diversificada y de educación superior en todas las áreas, fundamentalmente en forestal y ganadería con la finalidad de adiestrarse en las actividades propias del sistema. También a **investigadores** para realizar estudios en áreas como: diversidad de fauna silvestre, flora, suelos, prácticas forestales, ganadería. Algunos pasantes de educación superior realizan investigaciones e informes finales.

El **café molido** (200 kg/año) luego de su procesamiento fuera del sistema por externos (se paga el servicio de secado, descerezado, molienda y empaquetado) producto del subsistema agroforestal, es destinado para los trabajadores, sin costo; como responsabilidad social de la finca. De igual forma el **arroz pulido** (1.000 kg/año) del subsistema agrosilvopastoril, y la **harina de maíz precocida** (1.000 kg/año) del subsistema silvopastoril y subsistema agrícola (agricultura), luego de procesado por la agroindustria, se destina a los trabajadores y familias de las comunidades aledañas como Fundabarrios, Conaima y los caseríos en la vía. También

en las comunidades de Caño Benito. La **miel** (2.000 kg/año) del subsistema del Área de Reserva del medio Silvestre, esta es procesada dentro del sistema.

Otra de las entradas al sistema, luego de su procesamiento en PAVECA son: **papel higiénico, servilletas y toallas** (1.000.000 unidades). Estos también son parte de la responsabilidad social empresarial, es entregado a los trabajadores, comunidades e instituciones de la ciudad de San Carlos.

Así como se requieren entradas externas del ambiente y antrópicas para que el sistema pueda funcionar y se realicen los procesos biológicos, ecológicos, técnicos y operativos, económicos y sociales se producen las salidas de productos y servicios del sistema. Estos se disponen a la derecha.

En primer lugar se obtiene la **madera para pulpa** (90.000 – 100.000 m³/año) del subsistema silvopastoril de alta densidad que es la actividad principal de la finca; esta madera (60% materia prima), es procesada por la empresa PAVECA, para la obtención de papel higiénico, servilletas y toallas. Estos productos abastecen el 60% del mercado nacional, se distribuye al mayor y retorna en bolívares solo como venta de madera para pulpa.

Madera para carbón: se obtiene de todos los subsistemas (11.400 m³/año); es el subproducto o ramas secundarias (menores a 4 - 6 cms de diámetro) de la cosecha de madera para pulpa, de madera para estantillos o puntales; también la acacia es utilizada como madera para carbón y ramas; y toda aquella madera seca. Este se comercializa con pequeñas empresas o cooperativas directamente y retorna en bolívares. Es de acotar que DEFORSA recoge el subproducto en campo, y en ocasiones transporta.

Madera para otros usos (8.000 – 10.000 m³/año): se obtiene del subsistema silvopastoril de baja densidad, agroforestal y agrosilvopastoril, y del silvopastoril (eucalipto y/o acacia): el producto obtenido se le llama madera para otros usos, como: estantillos y botalones sometidos a un proceso de preservación en planta de impregnación; de esta manera se garantiza un producto de calidad con garantía a 10

años; la madera para paletas pasa previamente por aserradero. Los restos de ramas son utilizados para carbón. La madera para uso estructural se comercializa directamente a los interesados. Es de resaltar, que parte de estantillos y botalones ingresan al sistema para uso en cercas móviles y fijas.

Del subsistema silvopastoril (eucalipto y/o acacia), específicamente de la acacia, se obtiene **madera para machihembrado** (3.000 m³/año). Los restos de ramas son utilizadas para carbón. Toda la madera para otros usos se comercializa con pequeñas empresas o cooperativas subcontratadas directamente y retorna en bolívares. Como en el caso anterior, se vende en pie o en campo; la pequeña empresa corta, recoge y transporta.

Plántulas de eucalipto (60.000 ptas/año): son plantas solicitadas por pequeños productores donde describen el fin y las condiciones ambientales de la zona a sembrar. De acuerdo a esto, profesionales de la finca estudian el caso; y seleccionan el clon específico según sea el objetivo de la siembra: para carbón, estantillos, cercas vivas o cortavientos; además que se adapte a las condiciones climáticas de la zona. Es de acotar, que es un servicio importante que realiza la finca en la selección del clon y en las recomendaciones y asistencia técnica que se presta a los productores. La venta se realiza directamente y retorna en bolívares.

Plantas forestales (10.000 ptas/año): se refiere a prestar un servicio ambiental con la donación de plantas forestales diferentes al eucalipto para la reforestación de cuencas o zonas desprovista de vegetación arbórea y abastecer un área cercana a 1.000 ha. Entre las especies recomendadas se mencionan las presentes en la finca y autóctonas, donde se recolecten y seleccionen las semillas productos del bosque natural, así como: sangre de drago, samán, alcornoque, roble, caoba, ceiba, mijao, cartán, araguaney y apamate principalmente.

La **carne (pie)** producto del ganado bovino, bufalino y ovejo (250000 kg/año), en la siguiente proporción: ganado bovino y búfalo (500 animales con peso promedio en pie de 480Kg) para un subtotal de 240.000 kg/año); ovejos (250 animales con peso promedio de 40 Kg, subtotal 12.000 kg/año) para un total de 250.000 kg/año de

carne. Se venden en pie a intermediarios directamente; es decir, no va a matadero. La **leche** pasa por la sala de ordeño obteniendo 500 lts/día o 150.000 lts/año y **queso** (8000 kg/año). Ambos productos se venden directamente a intermediarios. El retorno es en bolívares.

El **arroz** paddy o con cáscara (180.000 kg/año) se obtiene del subsubsistema agrosilvopastoril y el **maíz** en grano (250.000 kg/año) del silvopastoril y subsistema agrícola. Se vende a la agroindustria retornando en bolívares. Luego la finca compra el producto procesado y envasado (arroz DEFORSA) y harina de maíz precocida DEFORSA) y lo distribuye al personal como parte de la responsabilidad social; el excedente se distribuye a las comunidades adyacentes (Fundabarrio, Conaima y caseríos en la vía; también a comunidad de Caño Benito). El **café** en cerezas (2000 kg/año) se obtiene del subsubsistema agroforestal, se traslada a la agroindustria familiar y retorna en especie; es decir, procesado y envasado como café DEFORSA, este es solo distribuido al personal DEFORSA y algunos visitantes como obsequio.

La grasa y el aceite son subproductos recolectados en campo con el camión presoluble; estos son reutilizados; la **grasa** (1.200 Kg/año) se mezcla con garrapaticidas para untar al ganado (uso externo), entre otros usos; y el **aceite** (2.400 lt/año) para motores dos tiempo (motosierras y guadañas) y preservación de la madera para uso en la finca.

Otros productos del sistema muy particulares han sido el resultado del subsistema social indispensable para los subsistemas o agroecosistemas. Entre estos productos o salidas no tangibles se mencionan: la **disposición de residuos y desechos** donde se efectúa un manejo responsable; especialmente los envases plásticos de agrotóxicos. A estos, se le realiza el triple lavado y agujerado; y son transportados a la empresa AFAQUINA que recicla el plástico para volver a envasar agrotóxicos. La finca DEFORSA tiene la certificación RACDA como pequeños generadores (Registro de Actividades Capaces de Degradar el Ambiente), que es un instrumento administrativo del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Agua (Antiguo Ministerio del Poder Popular para el Ambiente), para efectuar el seguimiento y control de las

actividades consideradas capaces de degradar el ambiente, reguladas por la normativa ambiental nacional establecida en la Ley Orgánica del Ambiente, artículo 80. Decreto 2635 “Normas para el control de la Recuperación de Materiales Peligrosos Gaceta Oficial N° 5212 (E) de fecha 12 de febrero de 1998. También se dispone de un vertedero de basura a cielo abierto, el cual con frecuencia se recogen desechos y se disponen finalmente en el vertedero “Chaparralito” vía Orupe.

El **personal capacitado** (200 individuos o trabajadores) en áreas específicas de manejo de maquinaria, equipos y otras actividades que generan un ambiente de trabajo apropiado y motivador con el fin de minimizar la incidencia de incidentes y accidentes, maximizar la producción y optimizar el uso de recursos y de la tecnología. Esta capacitación también conlleva a la concienciación en educación ambiental para implementar las medidas de conservación y control en las áreas de reservas del medio silvestre y de todos los agroecosistemas.

El **personal capacitado en escuelas, instituciones y comunidades organizadas** (1.200 individuos) es el resultado de las visitas guiadas en concienciación ambiental principalmente; cursos y talleres de reutilización de materiales de provecho, talleres de motivación, autoestima que se dan dentro de la finca (800 individuos). Además, entre otras actividades de responsabilidad social a cargo de los trabajadores, en las comunidades adyacentes (talleres de motivación y autoestima en las escuelas, educación ambiental, reutilización de materiales, eventos como día de las madres, un juguete en diciembre, otras (alrededor de 400 personas beneficiadas).

Los informes, trabajos de grado y artículos científicos publicados y no publicados son realizados por el personal de investigación de la finca y por pasantes, profesores, entomólogos, biólogos, ecólogos, especialistas en fauna silvestre, ornitólogos u otros profesionales. Son los **resultados de investigaciones e informes** (3-8 por el personal al año y de 1-3 personas externas).

Estos resultados son presentados en **eventos científicos** (2-4 eventos por año) por parte de los trabajadores de la finca o personal externo con el aval institucional de DEFORSA.

El **transporte** para el personal desde la ciudad de San Carlos, sus alrededores y comunidades adyacentes hasta la finca y viceversa. El mismo está formado por una flota de jeep chasis largo y busetas. Estos también prestan servicio a las comunidades aledañas por la misma ruta.

Todo el proceso del sistema conlleva a pequeñas pérdidas, que en este caso se refieren a las pérdidas materiales como nutrientes lixiviados o no aprovechados por las raíces de las plantas, pérdida de suelo por arrastre de partículas, pérdida de materiales y aguas residuales del subsistema social, sala de ordeño, sala de procesamiento de la miel, sala de impregnación de la madera y partículas en suspensión del aserradero.

6.5 Discusión y aportes

Si se observan los diagramas de procesos simples de cada subsistema o subsistema; como por ejemplo, el silvopastoril de alta densidad, se presenta el hecho; de tener plantaciones forestales simplificadas o monocultivos con un plan de manejo específico para tal fin; lo cual conllevaría indudablemente aplicar técnicas de una agricultura convencional y prácticas no agroecológicas.

Dicho subsistema funcionaría, pero con una efectividad y eficiencia (conceptos que se explicaron al inicio de esta estación) deficitaria; es decir, con un valor de sustentabilidad un tanto alejado al valor ideal y procesos simplistas que no logran mantener el aprovechamiento del flujo de energía y el reciclaje de materiales. Así se observa en otros subsistemas, de manera aislada como el agrícola o silvopastoril de baja densidad; siendo seguramente rentable en el aspecto económico.

Sin embargo; casos como la visión de Giménez, Bertomeu, Balteiro y Romero, 2013) que sólo consideraron la sustentabilidad de la cosecha en plantaciones forestales; en otros términos, la dimensión económica; discrepa en el hecho, de solo estudiar indicadores aislados con una concepción de la sustentabilidad simplista.

En el caso de esta investigación, se integraron todos los subsistemas con sus respectivos componentes, relaciones e interacciones, desde la perspectiva del enfoque de sistema. A continuación se presentan reflexiones y razonamientos lógicos de situaciones que conllevan la discusión, comprensión y predicción de situaciones complejas.

Los bosques plantados establecidos mayormente en suelos planos (85%) se cortan en parcelas menores a 50 ha., no se sucede la cosecha en parcelas continuas; además se mantiene la relación entre el área aprovechada y el área sembrada sin afectar los bosques naturales; esto permite que la macro fauna silvestre pueda moverse sin ser afectada intensivamente, no siendo el mismo caso, para la meso fauna.

El crecimiento de nuevas plantas ocurre por la acción netamente antrópica y el reciclaje de nutrientes es compensado por la aplicación externa de fertilizantes de fórmula simple para realizar las mezclas; lo contrario sucede en el bosque natural, el ciclo de nutrientes se obtiene mediante la acción microbiana de la materia orgánica y el crecimiento de nuevas plantas ocurre por regeneración natural.

La producción de hojarasca en plantaciones puras de eucalipto tienen efectos negativos sobre los descomponedores, no hay suficiente energía para que se mantenga la biodiversidad. Esto, sin embargo; sucede en Australia, donde las plantaciones de eucalipto son autóctonas (Cordero, 2011). Es por ello, que en el sistema estudiado, las características del bosque plantado, permite la entrada de luz, por ende, el crecimiento de vegetación silvestre (porte bajo) y los pastos entre los eucaliptos, la aplicación de herbicidas solo por el hilo después del segundo año y su disminución de aplicación en un 30%; y la no aplicación de insecticidas, aunado al pastoreo rotativo controlado y coordinado del ganado hace posible la presencia del sotobosque y por ende de organismos como insectos, aves, descomponedores, entre otros.

Los descomponedores del sistema son fundamentales para mantener la biodiversidad en los bosques plantados de eucaliptos. Cordero (2011) señala “que la

diversidad de un ecosistema se relaciona positivamente, en términos generales, con el flujo de energía que se procesa” y la disponibilidad de eucaliptales acoge la biodiversidad. Esta no es mayor a la biodiversidad en los bosques naturales; sin embargo, la presencia de la fauna silvestre en DEFORSA observada es evidente.

Es de notar también, que la mayoría de las lagunas se encuentran cerca de las plantaciones; a orillas del bosque plantado. Estos cuerpos de agua representan un hábitat acuático mayormente a las aves e insectos, así como a mamíferos, reptiles y anfibios. Esta combinación de hábitats terrestres y acuáticos; hacen usualmente, cadenas alimentarias simples que están relacionadas con otras cadenas alimentarias con caminos ramificados; por ejemplo: en la figura 58 se muestra la complejidad de la red alimentaria en solo animales.

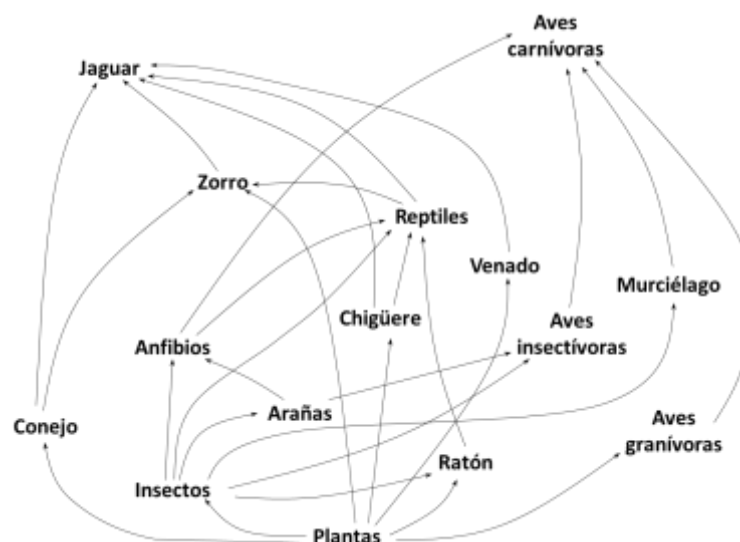


Figura 57. Red alimentaria en la finca DEFORSA con ejemplos reales, sólo en animales.

Estas redes complejas muestran acciones de control, donde los consumidores primarios controlan el crecimiento poblacional de los productores y los consumidores secundarios y/o terciarios controlan a los consumidores primarios. Así mismo se realizan servicios que hacen los consumidores de nivel trófico superior a otros niveles inferiores. Por ejemplo: las ardillas y los araguatos comen frutos y transportan las semillas, las abejas transportan el polen y polinizan las plantas, las aves comen las

garrapatas que afectan a los bovinos. Así que en el modelo; se observa, que el alimento se mueve de izquierda a derecha y la acción de control de derecha a izquierda. El término control se refiere, entonces; a la regulación del crecimiento poblacional y a los beneficios ambientales que se suceden en el agroecosistema.

En relación, a las reservas de agua; tanto superficiales como subterráneas, detractores del eucalipto afirman que estas plantaciones afectan el balance hídrico; sin embargo, se evidencia la presencia de cuerpos de agua, animales silvestres, y ganadería bovina y bufalina; esta última, requiere de estos hábitats para regular la temperatura de su cuerpo. También se disponen de 5 pozos subterráneos con un caudal promedio de 8 l/seg, lo que significa que el nivel freático se mantiene.

Es de considerar, que el bosque de eucalipto proviene de la reproducción asexual; por estaca o rebrote; por lo que las raíces del árbol se caracterizan por ser fibrosas (no tiene raíz principal) y no profundizan más de 1,20 metros, estando sólo el 70% de las raíces cerca de la superficie. Con esta condición morfológica de la planta; se induce, que no puede absorber grandes cantidades de agua del subsuelo, así como tampoco extraer grandes cantidades de nutrientes (lo que se extrae se repone).

A pesar que la altura de los árboles supera los 20 metros; el 70% de las raíces se encuentran frecuentemente entre los primeros 0,50 metros de profundidad; existen parcelas con raíces a los 0,30 metros y muy pocas a 0,70 metros.

Hay suelos de diferentes tipos; mayormente poco profundos, poca fertilidad, ácidos y arcillosos con mal drenaje natural (Ker y Costa, 2013); que cuando estos se aguachinan en la temporada de lluvias y supera los 30 días, los árboles de eucalipto corren el riesgo de morir, por falta de oxígeno en el suelo y no pueden absorber los nutrientes; además, las raíces absorbentes se pudren y debe esperar que se regeneren nuevamente (*Campos, W. Enero 06, 2017. Com. Personal*).

Por esta razón; los árboles en los meses de julio y agosto; a pesar que disponen de agua, disminuyen la eficiencia en el crecimiento; se puede afirmar, que casi paralizan su crecimiento; igualmente sucede en los meses de marzo y abril, mueren

las raíces absorbentes; en este caso por déficit hídrico. Todo esto, es una forma de sobrevivencia natural.

Con todo lo anterior; se quiere connotar, lo complicado del manejo del bosque plantado de eucalipto en la diversidad de suelos predominante pobres en nutrientes (Registros de análisis químicos realizados en la Universidad Central de Venezuela - Maracay, en los archivos de la finca); y aunque estén plantados mayormente en las clases de suelos III, IV y V; según su capacidad de uso (Strebin y Larreal, 1989), tienen restricciones en fertilidad y drenaje (Anexo – Mapa 20).

Por otra parte, el estudio de Ker y Costa (2013) realizado en la finca, indican que son suelos de textura media y arcillosa, con severos problemas de disponibilidad de nutrientes en el suelo por el alto contenido de hierro, suelos ácidos por naturaleza y serios problemas de drenaje. En el Anexo – Mapa 21 se muestra la clasificación del tipo de suelos y su caracterización de acuerdo a los autores mencionados. En el Anexo – Registro fotográfico se evidencia en fotografías los horizontes del suelo y su coloración (fotos 73 a 80).

Es aquí, donde cobra importancia una adecuada y óptima fertilización química, preparación del suelo y manejo de residuos de cosecha; sin dejar de lado, la selección del clon genéticamente mejorado de acuerdo a condiciones agroclimáticas.

La fertilización se basa en mezclas con fórmulas simples para incorporar al suelo, los nutrientes necesarios, previo al análisis de suelo. Esta aplicación se realiza en las dosis y época oportuna (antes, al momento y después de la siembra, posteriormente se reabona).

También se enmienda 2 a 4 meses antes de la siembra y antes de cortar los árboles, con dolomina (cal agrícola); una labor necesaria para neutralizar los suelos ácidos. La dolomita favorece la actividad microbiológica, incrementa el pH, suministra calcio y magnesio, incrementa la disponibilidad de fósforo, potasio y molibdeno, neutraliza el efecto fitotóxico del aluminio y manganeso y mejora la estructura del suelo.

Además; luego del aprovechamiento de los árboles o corte; no se quema, sino que se incorporan al suelo las hojas, corteza del tallo y tallos menores o chamizas. La preparación de suelo mecanizado con equipos eficientes y de mínimo impacto, favorecen la acumulación de carbono orgánico en el suelo. Esta labor inicia con un triturador de ramas y limpieza de calles; con esta acción, se incorpora al suelo materia vegetal orgánica que contiene carbono.

El carbono orgánico del suelo es un elemento esencial relacionado con la cantidad y disponibilidad de nutrientes en el suelo; y cuando se ayuda con la enmienda a subir el pH a valores cercanos a la neutralidad, el carbono aumenta la solubilidad de los nutrientes y la materia orgánica proporciona los coloides de alta capacidad de intercambio catiónico para una eficiente actividad microbiana en el suelo; es aquí, donde la preparación del suelo y manejo de los residuos de la cosecha, se presta especial atención.

Esta materia orgánica o restos de vegetales son incorporados al suelo por medio de un equipo triple o multifuncional; el cual subsola a 0,70 mts de profundidad, fertiliza y loma o levanta un camellón de aproximadamente 0,30 – 0,40 metros. Esto subsolado, permite la profundización de las raíces de los árboles para su crecimiento y desarrollo.

Por lo anterior; el uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado del eucalipto, reside en cuidar el suelo y establecer medidas en el uso eficiente y eficaz del mismo. Martínez, Fuentes y Acevedo (2008), relacionan el carbono orgánico en el suelo con la sustentabilidad de agroecosistemas; y Laclau (2012) indica la importancia de la fertilización de los suelos en los dos primeros años de su crecimiento, el resto del ciclo vegetativo lo cubre la hojarasca producida por los mismos árboles; es decir, se recicla a través de los ciclos biogeoquímicos.

La selección del clon a través del mejoramiento genético de la especie, para adaptarlo a las condiciones agroclimáticas de la zona y de suelo, es una tarea complicada y de resultados que llevan años de estudios. En la finca se utilizan 12 clones de una producción de 22. De esta forma, se ha optimizado la producción; es

decir, se ha incrementado la producción en la misma superficie, contribuyendo además con la sustentabilidad, debido a que hay un mejor aprovechamiento de los recursos ambientales.

Por otra parte, el suministro de pesticidas, específicamente herbicidas. Se aplica pre-siembra de contacto en todo el suelo y postsiembra sistémico por el hilo. Se realizan 3 aplicaciones en los primeros 6 meses, ya que las malezas o plantas no deseadas son muy agresivas. En el segundo año se aplica solo por el hilo. Luego del control químico de malezas, se realizan los controles mecánicos, manuales y biológicos. El control mecánico consiste en pasar rolo argentino o rotativa, luego se pastorea con ganado (control biológico), por el hilo control manual con machete o guadaña. A los 8 meses de plantado el eucalipto, se pastorea con ganado bovino y a los 2 años con ganado bufalino. Esta última acción, porque el búfalo es muy agresivo y acaba con árboles más jóvenes.

Con este método de control de malezas, se evidencia solo la aplicación de herbicidas en los 2 primeros años, luego pasarían 4 ó 5 años sin aplicación. Ahora bien, habría que preguntarse; si la aplicación de herbicida ocasionan la muerte a los microorganismos y meso fauna del suelo durante el primer año de plantación.

Entre otros componentes del modelo, cuyo valor agregado al sistema; es invaluable o complicado en términos contables, por sus servicios ambientales; son las abejas que polinizan gran cantidad de especies vegetales, el ganado controla maleza en el bosque plantado, baja el combustible, previene incendios forestales provenientes de fincas vecinas, reduce las aplicaciones de herbicidas en el eucalipto y controla bachacos (plaga de importancia económica para el bosque plantado de eucalipto), se reduce el personal para prevenir y/o controlar incendios, menos exposición del personal a labores peligrosas.

Los productos finales obtenidos, se diversifican como la madera para pulpa, madera para carbón y madera para otros usos (estantillos, estructuras, aserradero). Todo ello conlleva, al uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado y a la conservación de los bosques residuales. La demanda de madera para otros usos,

especialmente de estantillos se ha incrementado en los últimos años, debido a que en el bosque natural ya es escaso. En cuanto a la madera para carbón, es fundamental que provenga del bosque plantado.

Entre otros productos agroalimentarios y de impacto social son los generados por sistemas alternativos de producción como el silvopastoril principalmente, donde se obtiene carne, leche, queso, miel, arroz, café y harina de maíz. Alguno de estos productos, salen del sistema y luego ingresan al mismo en productos ya elaborados.

El subsistema social, no se considera un agroecosistema, sin embargo, desde el punto de vista de la Teoría de Sistemas, los aspectos sociales presentan características que se relacionan con los aspectos ecológicos y económicos de un agroecosistema. En la figura 59, se representa en un esquema rizomático, de cómo el aspecto social incide en lo económico y ecológico.



Figura 58. Esquema rizomático del aspecto social y su incidencia en lo económico y ecológico.

Por ejemplo: la generación de un ambiente de trabajo apropiado y motivador, conlleva a la minimización de incidentes y accidentes; y este a su vez; a la obtención de productos de calidad, al fortalecimiento de las relaciones con los clientes, hasta lograr el objetivo; la sustentabilidad en bosques plantados. Y así sucesivamente con los demás aspectos sociales.

ESTACIÓN VII

VALIDANDO EL MODELO DE SUSTENTABILIDAD

7.1 Introducción a la validación de modelo

Una de las tareas más difíciles es la validación de un modelo, dado que este es una representación de la realidad acorde con el propósito para el cual fue construido. La validación es el proceso de determinar si el modelo, es una buena representación del sistema; en resumen, se refiere a la construcción de un modelo correcto, donde el marco conceptual se corresponda con el marco metodológico. En esta ocasión, la validación se realizó a nivel de experto de forma cualitativa principalmente.

Todo esto conlleva; hacia una adecuada comprensión del modelo, es un proceso de concebir efectividad, eficiencia, y credibilidad y confiabilidad en el modelo. Éste debe tener la capacidad de integrar las dimensiones ecológicas, económicas y sociales para que se pueda lograr la sustentabilidad de los bosques plantados de eucalipto; aquí se estaría tratando la efectividad. Ahora, cuando se logre alcanzar un valor cercano a la sustentabilidad con un mínimo impacto en los recursos ambientales, se hablaría de la eficiencia del modelo. Por lo anterior, se genera credibilidad y confianza en el modelo al funcionar de acuerdo a los indicadores de la sustentabilidad en el tiempo.

No existe un método o conjunto de técnicas para validar un modelo; el proceso es más un arte que una ciencia; por lo que se intentó describir una serie de acciones.

7.2 El proceso de validación

Una vez construido el modelo en la estación anterior, se verificaron los aspectos: efectividad, eficiencia, credibilidad y confiabilidad; que condujo luego, al proceso de reconstrucción del modelo.

Para ello la información se obtuvo de diferentes fuentes:

- Conversaciones con expertos del sistema: estos son los administradores o informantes clave de la finca. Estos realizaron sus respectivas observaciones, sugerencias y aportes en la revisión del trabajo.
- La observación del sistema real a través de varios recorridos de campo para verificar detalles específicos y realizar comparaciones.
- La teoría existente es de ayuda para verificar o discrepar aspectos como por ejemplo: los bosques plantados de eucalipto empobrecen los suelos o disminuyen el nivel freático. Entonces se hace una comparación de la teoría de algunos autores y luego se compara con el sistema real y se conversa con los informantes clave para verificar o detractar tal afirmación.
- Luego se recurrió a la experiencia e intuición que en muchos casos se hace necesario para formular hipótesis acerca de los componentes del sistema en sus procesos e interacciones, que de hecho son complejas.
- Finalmente se realizó una presentación magistral sobre el modelo y sus componentes para realizar el proceso de reconstrucción del modelo y realizar la validación final. Acotando que la validación comenzó desde la primera etapa de desarrollo del modelo.

Los usuarios del modelo estuvieron implicados en el proceso de construcción donde se identificaron deficiencias e incongruencias, así se pudo realizar el proceso de validación de manera que se fueron realizando las correcciones y mejoras.

7.3 Proceso de reconstrucción del modelo

La Reconstrucción del modelo fue el momento para la producción del conocimiento, ya que implicó descomponer para comprender la realidad en distintos elementos, componentes y subsistemas; establecer relaciones e interacciones entre ellos, comprender las causas y consecuencias de lo obtenido.

Los vacíos encontrados y las interrogantes que emergieron; condujeron necesariamente, a la reflexión para producir respuestas a las soluciones, pero que vuelven a presentarse en un ciclo que enriquece y robustece la investigación. Esto se

convirtió en un proceso dinámico y reflexivo para la reconstrucción del conocimiento.

Es aquí, donde el método mixto utilizado se valoró con mayor inspiración; y fue necesario en el estudio en el que se le otorgó importancia, tanto a los informantes clave, expertos internos y externos como a los factores de los agroecosistemas.

Basado en Nieto, Valencia y Díaz (2013), en su estudio “Bases pluriepistemológicas de los estudios en agroecologías” se encontraron que para estudiar los agroecosistemas que son dinámicos y complejos utilizaron simultáneamente los tipos de investigación cualitativa y cuantitativa.

7.4 Validación del modelo

La validación final consistió en la valoración del modelo de sustentabilidad de la unidad de manejo o finca DEFORSA, por expertos internos y externos. Esta se realizó en dos momentos:

Momento I (Grupo A): Valoración consensuada con los expertos internos o conoedores del sistema forestal a través de un taller y aplicación de instrumento.

Los indicadores utilizados en la aplicación del instrumento se refirieron a la efectividad, eficiencia, y credibilidad y confiabilidad. La validación final constó de 3 interrogantes cerradas “Si” o “No”. El grupo de investigación acordó; que todas las interrogantes debían tener una valoración de “Si”, para validar el modelo; en dado caso que, alguna de las interrogantes tenga una valoración de “No” se vuelve al proceso de reconstrucción.

Primera interrogante referida a la efectividad:

¿Tiene el modelo la capacidad de integrar las dimensiones ecológicas, económicas y sociales para el logro de los objetivos de la sustentabilidad de los bosques plantados de eucalipto?

Segunda interrogante referida a la eficiencia:

¿El sistema DEFORSA logra alcanzar un valor cercano a la sustentabilidad de los bosques plantados con un mínimo de impacto sobre los recursos ambientales, sociales y económicos?

Tercera interrogante referida a la credibilidad y confiabilidad:

¿Tiene el modelo la capacidad de funcionar de acuerdo a indicadores sociales, económicos y ecológicos que permitan la sustentabilidad de los bosques plantados en DEFORSA?

Momento II (Grupo B): Valoración por separado con los expertos externos especialistas en ecología, agroecología y desarrollo sustentable con la aplicación de instrumento en digital con indicadores referidos a: la efectividad, operatividad de los procesos ecológicos y agroecológicos, y credibilidad y confiabilidad. La validación final constó de 3 interrogantes cerradas “Si” o “No”. De igual forma, el grupo de investigación acordó; que todas las interrogantes debían tener una valoración de “Si”, para validar el modelo; en dado caso que, alguna de las interrogantes tenga una valoración de “No” se vuelve al proceso de reconstrucción.

Primera interrogante referida a la efectividad:

¿Tiene el modelo la capacidad de integrar las dimensiones ecológicas, económicas y sociales para el logro de los objetivos de la sustentabilidad de los bosques plantados de eucalipto?

Segunda interrogante referida a la operatividad de los procesos ecológicos y/o agroecológicos:

¿El modelo de sustentabilidad se ajusta operativamente a los procesos ecológicos y/o agroecológicos propios de un agroecosistema como el bosque plantado de eucalipto en la finca DEFORSA?

Tercera interrogante referida a la credibilidad y confiabilidad:

¿Tiene el modelo la capacidad de funcionar de acuerdo a indicadores sociales, económicos y ecológicos que permitan la sustentabilidad de los bosques plantados en DEFORSA?

El instrumento del grupo B, tiene la pregunta 2 diferente al grupo A; esto se debe a que el grupo A, realizó la evaluación de la sustentabilidad, mientras que el grupo B tiene la capacidad de evaluar la operatividad de los procesos ecológicos y agroecológicos de un agroecosistema.

7.5 Resultados y discusión de la validación del modelo

Los resultados se presentan en la tabla 37 y 38.

Tabla 37. Validación del modelo por el Grupo A.

Nº	INTERROGANTE	SI	NO
1	¿Tiene el modelo la capacidad de integrar las dimensiones ecológicas, económicas y sociales para el logro de los objetivos de la sustentabilidad de los bosques plantados de eucalipto?	X	
2	¿El sistema DEFORSA logra alcanzar un valor cercano a la sustentabilidad de los bosques plantados con un mínimo de impacto sobre los recursos ambientales, sociales y económicos?	X	
3	¿Tiene el modelo la capacidad de funcionar de acuerdo a indicadores sociales, económicos y ecológicos que permitan la sustentabilidad de los bosques plantados en DEFORSA?	X	

Tabla 38. Validación del modelo por el Grupo B.

Nº	INTERROGANTE	SI	NO
1	¿Tiene el modelo la capacidad de integrar las dimensiones ecológicas, económicas y sociales para el logro de los objetivos de la sustentabilidad de los bosques plantados de eucalipto?	X	
2	¿El modelo de sustentabilidad se ajusta operativamente a los procesos ecológicos y/o agroecológicos propios de un agroecosistema como el bosque plantado de eucalipto en la finca DEFORSA?	X	
3	¿Tiene el modelo la capacidad de funcionar de acuerdo a indicadores sociales, económicos y ecológicos que permitan la sustentabilidad de los bosques plantados en DEFORSA?	X	

El Grupo A, conformado por 4 expertos internos en el manejo forestal con experiencia comprendida entre 15 a 30 años; además de la participación de los técnicos e ingenieros de campo, validaron el modelo de forma consensuada considerando que es efectivo y eficiente, y que genera credibilidad y confianza. El resultado de la validación no podía ser otro, debido a que durante todo el proceso se trabajó con el equipo y en dicho proceso se hacían las correcciones y mejoras. El Grupo B; conformado por 3 expertos en ecología, desarrollo sustentable y

agroecología; de forma individual validó el modelo considerando que es efectivo, operativo en los procesos ecológicos y agroecológicos del agroecosistema y de igual manera, le generó credibilidad y confianza.

Por lo anterior, se validó el modelo en su totalidad; en función de la experiencia de la finca DEFORSA, la cual ha operado a su máxima capacidad. La metodología utilizada en el proceso de validación del modelo constituyó un aporte al estudio.

ESTACIÓN VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 A modo de conclusión

Para lograr el entendimiento entre la dinámica y complejidad que implica el estudio de los agroecosistemas y la integración e interacciones de estos y entre ellos, la sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto y un modelo basado en la experiencia de la finca; fue necesario otorgarle importancia tanto a los informantes clave como a los componentes del sistema; por esto, se utilizaron las técnicas del método cuantitativo y cualitativo. La interpretación de la integración de los datos conllevó a la reconstrucción del conocimiento acogiendo una amplitud epistemológica con el método mixto como paradigma.

En este estudio se demuestra que el bosque plantado de eucalipto no produce cambios hacia el deterioro ambiental en el área que no hayan sido compensadas por las actuaciones propias del manejo. Esto provee estabilidad ecológica del agroecosistema, en el mantenimiento de la biodiversidad y en beneficios económicos y sociales para la finca y comunidades aledañas.

Los bosques plantados deben ser manejados en función de conservar o mejorar la biodiversidad, la productividad y los servicios ecosistémicos que éstos proveen, además de generar ingresos y beneficios a sus trabajadores, comunidades locales y la sociedad en general.

Existen argumentos que cuestionan al eucalipto como una especie que acidifica al suelo, pero la causa de esto, es que el eucalipto extrae grandes cantidades de calcio y por ende el pH baja. Para el caso de estudio, los suelos de la zona son característicos de suelos con baja fertilidad natural y muy ácidos.

Por tratarse de una especie con raíces superficiales, producto de la reproducción asexual y del mejoramiento genético; sus raíces no profundizan más de un metro. Es por esto; que el eucalipto adapta el consumo de agua de acuerdo a su disponibilidad y

es eficiente en el uso de agua para la producción de biomasa; pues, en el caso de estudio; los cuerpos de agua constituyen la evidencia, lo que parece no afectar el desecamiento de los suelos.

El eucalipto no aleja a la fauna silvestre, ni inhibe el crecimiento de otras plantas. Un bosque plantado de eucalipto no se comporta exactamente como un bosque natural, pero tampoco es un cultivo agrícola; es una plantación forestal con sus características propias, que por sus funciones en el agroecosistema y beneficios al ambiente, actúa en forma similar a la del bosque natural. Por lo que un bosque plantado crea nuevos espacios naturales para el crecimiento y desarrollo de la vida silvestre; y más aun, cuando se encuentra integrado con otros subsistemas. En el caso de estudio, se observa una población estimada de venados (*Odocoileus virginianus*) de 1.220 individuos (González-Fernández, 2011) y una población estimada de chigüire (*Hydrochaeris hydrochaeris*) de 320 en el hábitat denominado laguna rodeado de eucalipto (González-Fernández y Campo, 2011).

La conservación de estos herbívoros en el bosque plantado y en la totalidad del sistema integrado de la finca, demuestra el compromiso de la gestión forestal con la conservación de la fauna silvestre; y más aún, cuando en el caso de estudio, se observan los carnívoros, especialmente como el cunaguaro (*Leopardus pardalis*) muy común. Aquí, entonces; se ha comprendido el papel de los grandes depredadores y tope de la red alimentaria compleja que tienen como función la de regular las poblaciones de sus presas.

Sin diversidad biológica no es posible el Manejo Forestal Sustentable. El mosaico de unidades presentes en la finca, actúa como corredores ecológicos que facilitan el movimiento de los animales, constituyen hábitats y refugios de la fauna silvestre, y ayuda a conservar la biodiversidad.

En los sistemas silvopastoriles, el ganado pastorea en toda la finca, su función y los servicios ambientales que generan son incontabilizados, así que el ganado baja el combustible en la temporada seca, previniendo los incendios forestales; controla las

malezas y plagas en el bosque plantado; se disminuyen los riesgos de personal en el control de incendios; incorpora materia orgánica al suelo.

El sistema silvopastoril es un arma de doble filo; así como provee beneficios, también puede afectar la sustentabilidad; en este sentido se refiere al sobrepastoreo o al pisoteo de plantaciones jóvenes por “descuido”. El manejo del ganado es complejo y complicado, el sobrepastoreo en el bosque trae como consecuencia, la falta de cobertura vegetal baja (herbácea o de pequeños arbustos) que van a servir de alimento y atracción a los herbívoros y la fauna silvestre en general, van a proteger el suelo y mantener la humedad.

Este mosaico de unidades actúa como corredores ecológicos que facilitan el movimiento de los animales, constituyen hábitats y refugios de la fauna silvestre, y ayuda a conservar la biodiversidad.

El entendimiento de las funciones del agroecosistema y la aplicación de técnicas agroecológicas o amigables con el ambiente ayudarán a atenuar los efectos reversos del cambio climático, al evitar la continuidad de un modelo de explotación principalmente económica de los recursos naturales.

8.2 Conclusiones del estudio

La *caracterización de las unidades* de uso, manejo y aprovechamiento de los bosques plantados de eucalipto en la finca DEFORSA, implicó el reconocimiento de la complejidad del sistema desde una perspectiva global donde el campo del bosque plantado de eucalipto no es el límite, es el conjunto total de todos los componentes integrados conformando todo un sistema desde la visión holística y sistémica. De este se generó un esquema simplificado del enfoque de sistemas, sobre la aplicación de alternativas de producción experimentadas y probadas en la finca DEFORSA.

La diversidad de la fauna silvestre; en referencia a la riqueza de familias y especies según la clase, se determinó mayormente en aves, seguidamente por mamíferos, reptiles y anfibios.

La mayor riqueza según su hábitat, se encontró en el bosque natural, seguido del bosque plantado, las sabanas, cuerpos de agua y las galeras. Siendo el bosque

plantado de eucalipto el hábitat que ocupa el segundo lugar de refugio para la fauna silvestre.

La *evaluación de la sustentabilidad* en la unidad de estudio, resultó para el año 2000; que la dimensión Ecológica fue mayor a la económica y esta, mayor a la social ($E > E_k > S$). Para el año 2014, la sustentabilidad en la dimensión ecológica fue mayor con respecto a la social y esta mayor a la económica ($E > S > E_k$). De esto se concluye, que la finca DEFORSA, siempre ha estado a favor de la conservación de la biodiversidad en el transcurrir del tiempo. Mientras que la dimensión económica prevaleció sobre los aspectos sociales en el 2000; y para el año 2014, se revirtió la situación; es decir, que los aspectos sociales predominaron sobre lo económico. Tal vez, por el cumplimiento obligatorio de las políticas de estado y/o quizás por coincidencia con la situación país para el momento.

En la evaluación de la sustentabilidad del bosque plantado de eucalipto, fue una sorpresa al obtener una valoración “En vías hacia la sustentabilidad” para el año 2014. Se determinó fehacientemente la distancia desde el tiempo pasado (año 2000) al presente. Pero, aunque el valor de la sustentabilidad haya sobrepasado el valor umbral, haya alcanzado el valor favorable y esté cercano al valor ideal, es propicio avanzar en los puntos críticos sin descuidar los puntos favorables.

Los puntos críticos a considerar con mayor atención en la planificación y gestión forestal corresponden a los sub-indicadores: diversificación de ingresos de productos agroalimentarios ($E_k2:1$), aplicación de agroquímicos ($E6:1$) y detección oportuna de la cacería furtiva y tala del bosque natural ($E4:2$).

Entre otros, aunque en menor grado: dependencia de insumos externos ($E_k3:1$), índice de incidentes y accidentes ($S2:1$), impacto social de productos agroalimentarios asociados al bosque plantado ($S5:1$), actividades donde el personal participa en labores de responsabilidad social en las comunidades ($S3:6$), calidad del agua ($E2:1$), rendimiento del bosque plantado ($E_k1:1$) y capacidad de uso de los suelos ($E1:7$).

En el *diseño del modelo* de sustentabilidad consensuado, con base a la experiencia de la finca DEFORSA; se modelaron todos los subsistemas y subsistemas desde el enfoque sistémico y de complejidad ambiental.

El modelo concluyente, contempló la integración de todos los subsistemas donde convergieron las dimensiones de la sustentabilidad; es de allí, que deviene su nombre “modelo de sustentabilidad”.

Dicho modelo constituye una buena representación del sistema, su construcción se correspondió con el marco conceptual y metodológico propuesto. Esto conllevó a validar el modelo.

En el *proceso de validación* tuvo lugar, la reconstrucción del modelo; este fue el momento para la producción del conocimiento, ya que implicó descomponer para comprender la realidad en distintos elementos, componentes y subsistemas; establecer relaciones e interacciones entre ellos, comprender las causas y consecuencias de lo obtenido. En esta reconstrucción, tanto la sorpresa dada por los vacíos encontrados y la reflexión que esta condujo, fueron fuentes de interrogantes que demandaron ser solucionadas, y en estos resultados vuelven a presentarse el mismo ciclo, haciendo el proceso dinámico, sensible al cuestionamiento y por ende a la reconstrucción del saber. Tal reflexión, no fue fuente de agotamiento, sino que condujo al análisis minucioso para buscar nuevos resultados y potenciar la investigación.

La validación del modelo a nivel de informantes clave de DEFORSA y los expertos externos, indicaron que el modelo permite obtener la realidad de la estructura y función del sistema, además de reconstruirlo y conocer la sustentabilidad del bosque plantado de eucalipto en la finca DEFORSA.

8.3 Aportes de la Tesis Doctoral

En este trabajo se aportan elementos metodológicos para construir y validar indicadores y sub-indicadores; a nivel de detalle; orientados a evaluar la sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto. Esto constituye uno de los aportes de la investigación; así mismo, se podrán seleccionar indicadores más acordes para el

monitoreo de sistemas de manejo y adaptarlos a situaciones concretas a nivel de finca.

El desarrollo de esta metodología requiere de la participación y organización de los informantes clave e investigadores. También, de un amplio conocimiento del sistema de manejo y de los principios agroecológicos; al mismo tiempo, claridad sobre los aspectos de máxima fragilidad y vulnerabilidad de los ecosistemas y agroecosistemas.

Otro de los aportes, ha sido el diseño del modelo de sustentabilidad en bosques plantados de eucalipto; donde se modelaron todos los subsistemas (agroecosistemas) y el subsistema social. En este sentido, se involucraron todos los aspectos relacionados con las dimensiones de la sustentabilidad: ecológica, económica y social.

Es evidente; que el subsistema social, no es un agroecosistema; sin embargo, desde el punto de vista de la Teoría de Sistemas, los aspectos sociales presentan características que se relacionan con los aspectos ecológicos y económicos de un agroecosistema.

Por ejemplo: la capacitación del personal en las áreas de manejo y operaciones y la generación de un ambiente de trabajo apropiado y motivador, conlleva a la minimización de incidentes y accidentes y a la optimización del uso de la tecnología y por ende se obtiene productos de calidad, eficiencia en el uso de los recursos, optimización de la eficiencia en la maquinaria, equipos e instalaciones y optimización de la producción; así mismo la capacitación del personal incide en la concienciación en educación ambiental y medidas de conservación y control en las áreas de reservas del medio silvestre que a su vez tienen impacto social.

Aspectos sociales como la participación en eventos, participación del personal en actividades de responsabilidad social en las comunidades, atención integral a la salud del trabajador, impacto social de los productos agropecuarios obtenidos del bosque plantado, cumplimiento de las leyes y entre otros; son elementos indispensables en la

producción comercial y en los componentes ecológicos elementales para la sustentabilidad a largo plazo del sistema.

Por todo lo anterior; el enfoque sistémico del modelo, donde se integran todos los subsistemas y especialmente el subsistema social, se vislumbra un tanto complejo y es el aporte de la tesis doctoral; que además, comprende el sustento de su funcionalidad, ya que ha sido comprobada por la experiencia de la finca y por el análisis y evaluación de la sustentabilidad; es decir, que podría funcionar, pero sino no se acerca al valor de la sustentabilidad, no es factible el modelo propuesto; y valga la aclaratoria, no se está proponiendo el modelo porque ya DEFORSA ha realizado experimentos, pruebas, investigaciones y estudios; es que se construyó el modelo de sustentabilidad para bosques plantados de eucalipto para los llanos centrales del estado Cojedes fundamentado en la experiencia de la finca.

Por otra parte, se contextualizó el concepto de unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado: involucran un conjunto de prácticas combinadas, entre agroecológicas y convencionales según la capacidad de uso del suelo, manejo integrado y aprovechamiento de los productos del sistema de eucalipto para transitar hacia la “sustentabilidad” en el tiempo, con base a la biodiversidad del sistema.

El concepto de sistema silvopastoril fundamentado en la experiencia de la unidad de estudio; se contextualizó en un conjunto de técnicas de manejo, uso de la tierra y aprovechamiento, en el que existe una combinación simultánea o secuencial, en el tiempo o en el espacio de diferentes componentes: árboles del bosque plantado de eucalipto, cultivo y animal; eucalipto, componente vegetal silvestre y animal; y eucalipto, pasto y animal. Estos sistemas contribuyen a proveer de hábitat a la fauna silvestre, ayudan a conservar la biodiversidad y crean condiciones de microclima y de suelo con cobertura más favorables para las especies del bosque, actuando como corredores ecológicos que facilitan el movimiento de los animales a través de los agroecosistemas o bosques plantados (Concepto en su primera fase de acercamiento).

Es importante considerar, que hay poca experiencia sobre la construcción de modelos y evaluación de la sustentabilidad en bosques plantados en Venezuela y en Los llanos centrales del estado Cojedes, lo cual limitó la posibilidad de realizar comparaciones de los resultados obtenidos; sin embargo, es un aporte aproximado al estudio planteado.

8.4 Recomendaciones

- En virtud, que la finca se maneja a mediana escala y opera a su máxima capacidad; entendiéndose por este término, que no se expandirá más en extensión y que se han incorporado y probado los subsistemas ya mencionados en el modelo; se recomienda retomar los proyectos de aserradero, planta de impregnación, entre otros, una vez superada la situación país y otros contratiempos.

- Disminuir el uso de insumos externos.

- Reducir el tiempo de pastoreo del ganado en todas las áreas, especialmente en la temporada seca.

- Realizar mantenimiento periódico a los potreros (control de malezas y fertilizaciones).

- Seguir incursionando en el control biológico del bachaco (*Atta sexdens* y *Acromyrmex octospinosus*).

- Evaluar la sustentabilidad del bosque plantado para el año 2021.

- Sistematizar los resultados de análisis de suelos para evaluar su fertilidad.

- Valorar el mejoramiento genético y asistencia técnica en la donación y/o venta de material vegetativo (plántulas).

- Este estudio, abrió un abanico de posibilidades para realizar otras investigaciones; por ejemplo: Evaluación Ecológica Rápida en las áreas del bosque natural, inventario de fauna silvestre para determinar la biodiversidad en el tiempo, realizar caracterización multitemporal del bosque natural con imagen satelital posterior al año 2017. E identificar especies de aves u otra clase, indicadoras del equilibrio ecológico en la finca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achkar, M. (2005). Indicadores de sustentabilidad. Material elaborado por: Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio. Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias. UdelaR. En: Ordenamiento Ambiental del Territorio. Achkar, M., Canton, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G. y F. Pesce, 2005. Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC, Facultad de Ciencias. Montevideo. 104 pp.
- Alfonzo D., Torrez-Alruiz, M., Alban, R., y Griffon, D. (2008). Indicadores de sustentabilidad en Agroecología. 18 p. [Documento en línea]. En: <http://agroecologiavenezuela.blogspot.com/2008/05/indicadores-de-sustentabilidad-en.html> [Consulta: mayo 12, 2016].
- Altieri M, y Toledo, V.M. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *J. Peasant Stud.* 38: 587-612.
- Altieri, M. 1999. Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad. 338 pp.
- Altieri, M. y Nicolls, C. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ra ed. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. México. 250 pp.
- Arzeno, J. 2004. Empleo de indicadores de sustentabilidad en sistemas extensivos agrícolas del NOA, Estación Experimental Agropecuaria. Argentina. Pp. 46-57.
- Astier, M., López, S., Pérez, E. y Maser, O. 2002. El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhepecha, México. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandón SJ, ed). Ediciones Científicas Americanas 415-430 pp.
- Astier, M., Maser, O. y Galván-Miyoshi, Y. 2008. Evaluación de la sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. España. 200 pp.
- Becht, G. 1974. Systems theory, the key to holism and reductionism. *Bioscience.* 24(10): 579-596.
- Bericat, E. 1998. La investigación de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social. Editorial Ariel. España. 189 pp.
- Berroterán, J. 1988. Paisajes Ecológicos de Sabanas en los Llanos Altos Centrales de Venezuela. *Ecotrópicos*, Vol. 1 (2): 92-107, 1988. Sociedad Venezolana de Ecología. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Caracas.
- Bhagwat, S., Willis, K., Birks, J y Whittaker, R. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity. *Trends Ecol.* . 23: 261-267.

- Bohm, D. 2002. La totalidad y el orden implicado. Editorial Kairos. Barcelona, España.
- Botero, J. 2005. Métodos para estudiar las aves. Biocarta. N° 8. Cenicafe. Colombia.
- Boucher, D., Elias, P., Lininger, K., May-Tobin, C., Roquemore, S. y Saxon, E. 2011. The root of the problem: what's driving tropical deforestation today? Cambridge, Massachusetts (Estados Unidos de América), Union of Concerned Scientists.
- Carrero, O. 1998. Manual de Tipificación de la vegetación para el manejo sustentable del bosque. Proyecto Forestal Chimanes. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Bolivia.
- Casanova-Pérez, L., Martínez-Dávila, J., López-Ortiz, S., Landeros-Sánchez, C., López-Romero, G., y Peña-Olvera, B. 2015. Enfoque del pensamiento complejo en el agroecosistema. *Interciencia*. 3(40) 210:216.
- CATIE. 2012. Criterios e indicadores para mejorar la capacidad de monitoreo de los bosques y promover el manejo forestal sostenible: intercambio de ideas para los procesos de Montreal y América Latina. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Serie técnica. Boletín técnico N° 54. Costa Rica. 63 pp.
- Ceccon, E., Patto, M., Barbosa, A. y Andrade, M. 1999. Consórcio de *Eucalyptus camaldulensis* no terceiro ano com diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L). Vicosá. *Revista Árvore*. 23 (1): 9-14.
- Chaw, S., y Ralph, M. 2011. *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Ecology and silviculture in Vietnam. Center for International Forestry Research. CIFOR. 16 pp.
- CIFOR, 1996. Testing of Criteria and Indicators of sustainable forest Management within the International CIFOR Project. Special Edition. Federal Ministry for Environment Youth and Family. Viena. 60 pp. Anexos.
- Congreso Forestal Mundial. 2015. Documentos finales del XIV Congreso Forestal Mundial, celebrado en Durban (Sudáfrica) del 7 al 11 de septiembre de 2015 (disponibles en: www.fao.org/about/meetings/worldforestry-congress/outcome/es/).
- Cordero, A. 2011. Funcionalidad de bosques y otras formaciones forestales. ¿Contribuyen los cultivos de eucalipto a conservar la diversidad biológica? *Quercus* 299.
- Crespo, G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 42, número 4. 329 p.
- Crosara, A. 2001. Identificación de indicadores de sustentabilidad en plantaciones de *Eucalyptus globulus* en el litoral del país. Tesis. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Montevideo. Uruguay. Pp. 211.

- Darrow, W. 1993. The sustainable silviculture of commercial eucalyptus plantations in South Africa. En: *Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile*, Pucon, Chile.
- Díaz, D. 2009. Los eucaliptos y el desarrollo regional. Informe para la AFOA (Informe Interno no publicado INTA Concordia). Concordia. Pp. 43.
- Evans, J. 1992. *Plantation forestry in the tropics*. Claredon Press, Oxford, England.
- FAO, 2015. Taller Regional Latinoamericano sobre Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible. Informe Final (junio – 2015). Tarapote, Perú. 50 Pp.
- FAO. 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe principal. Estudio FAO: Montes N° 163. Roma. 346 p. [documento en línea]. En: <http://www.fao.org%2Fdocrep%2F013%2Fi1757s%2Fi1757s.pdf> [Consulta: enero 12, 2014].
- FAO. 2014. El estado de los bosques del mundo 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 146 p. [documento en línea]. En: <http://www.fao.org/forestry/sofo/es> [Consulta: enero 12, 2016].
- FAO. 2015. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Compendio de datos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 244 pp.
- FAO. 2016a. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? (2da. Ed.) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 44 pp.
- FAO. 2016b. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 119 pp.
- Flores C., y Sarandón, S. 2006. Desarrollo de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas a escala regional. *Revista Brasileira de Agroecología* 1(1): 353-356.
- Frene C., C., Donoso C. S., Donoso H., P., y Romero V., J., eds. 2011. *Hacia un nuevo modelo forestal. Propuesta para el desarrollo sustentable del bosque nativo y el sector forestal en Chile*. Agrupación de ingenieros forestales por el bosque nativo. Chile. 67 pp.
- Gallina, S., Hernández, A., Delfín, C., y González, A. (2009). Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). *Investigación Ambiental* 1 (2): 143 – 152.
- Galván-Miyoshi, Y., Masera, O., y López-Ridaura, S. 2008. Las evaluaciones de sustentabilidad. En *evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Astier, M., Masera, O., y Galván-Miyoshi, Y. (Coord). Fundación de Agricultura ecológica y sustentable. España. 41-57. 200pp.

- García, R. 2008. Sistemas Complejos. Conceptos, Método y Fundamentación Epistemológica de la Investigación Interdisciplinaria. Gedisa. Barcelona, España. 200 pp.
- Giménez, J., Bertomeu, M., Díaz-Balteiro, L. y Romero, C. 2013. Optimal harvest scheduling in Eucalyptus plantations under a sustainability perspective. *Forest Ecology and management*. 291: 367-375.
- González-Fernández, J. 2010. Fauna Silvestre de la finca DEFORSA. MANFAUNA, BIORECURSOS [Datos en físico]. Disponible en el Departamento de Investigación Forestal y Vivero DEFORSA. 118 pp.
- González-Fernández, J. 2011. El venado caramerudo (*Odocoileus virginianus*). Estimación poblacional en la finca DEFORSA, estado Cojedes. MANFAUNA, BIORECURSOS [Datos en físico]. Disponible en el Departamento de Investigación Forestal y Vivero DEFORSA. 65 pp.
- González-Fernández, M. y Campo, M. 2011. Hábitats y tamaño poblacional del chigüire (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la finca DEFORSA, San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. MANFAUNA, BIORECURSOS. [Datos en digital]. Disponible en el Departamento de Investigación Forestal y Vivero DEFORSA. 45 pp.
- Grupo Empresarial ENCE. 2009. La gestión forestal sostenible y el eucalipto. [Libro en línea]. En: https://www.ence.es/pdf/El_Eucalipto.pdf [Consulta: marzo 22, 2014].
- Hart RD. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 67-78.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. 2010. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, México. 613 pp.
- Huber, O. y Alarcón, C. 1988. Mapa de Vegetación de Venezuela. MARNR. Editorial Arte. Caracas, Venezuela.
- Huber, O. y Olivera-Miranda. 2010. Mapa de Vegetación de Venezuela. MPPA. Caracas, Venezuela.
- Ingeniería CAURA. 2004. Evaluación Ambiental Específica Desarrollos Forestales San Carlos II, S.A. Informe de Evaluación Ambiental del año 2004.
- Ker, J., y Costa, T. 2013. Relatorio finas dos recursos de solos. Desarrollo Forestales San Carlos. [Datos en digital]. Disponible en el Departamento de Investigación Forestal y Vivero DEFORSA.
- Laclau, J-P. 2012. La nutrición de las plantaciones de eucalipto y su impacto sobre el suelo. XXVI Jornadas De Entre Ríos. Concordia. IV-1:IV-10.
- Leff, E. 2007. Complejidad Ambiental. PNUMA/OMU. México. Gaia Scientia 2007. 1(1): 47-52.

- León, S. 2009. Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. En *Vertientes del Pensamiento Agroecológico: Fundamentos y Aplicaciones*. SOCLA. Medellín, Colombia. P.p. 46 - 67.
- León, T. 2014. *Perspectiva ambiental de la agroecología. La ciencia de los agroecosistemas*. Universidad Nacional de Colombia. 398 pp.
- Lima, W.P. 1993. *Impacto ambiental do eucalipto*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. Brasil. 54 pp.
- Lozada, J. 2007. Situación Actual y Perspectivas del Manejo de Recursos Forestales en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 51 (2) 195-218.
- MARN y FAO. 2005. *Informe Nacional Venezuela. Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 101 p.
- Martínez, E., Fuentes, J., y Acevedo, E. 2008. Soil organic carbón and soil properties. *R.C. Suelo Nutr. Veg.* 8 (1): 68-96.
- Martínez, M. 2014. *Fundación de las metodologías cualitativa y cuantitativa*. Universidad de Carabobo. *Revista de Postgrado ARJÉ*. 14(8) 371:400.
- Masera, O., Astier, M., y López-Rudaura. 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco MESMIS*. Multiprensa, México.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2014. *Producción Forestal. Forestación y Ambiente*. Argentina. In Sirvén R. eds. [Revista en Línea]. Disponible: www.forestacion.gov.ar. *Revista Foresto industrial del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca*. Año 3. Revista N° 8. Año: 2014. Pp. 37.
- Ministerio de Planificación y Desarrollo. (2003, Julio). *Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2003*. Caracas. 172 pp.
- Molina, G. 2012. *El método de la nueva ciencia. Sus principios y estrategias operacionales*. Publicaciones del Área de estudios de Postgrado. Serie Investigación. N° 3. UNELLEZ. San Carlos, Cojedes. 232 pp.
- Morante, C. 2013. *Principios de Ecología Aplicada*. Coordinación de Estudio de Postgrado de UNELLEZ-VIPI. Serie Investigación N° 5. 248 p.
- Morante, C. y Aranguren, J. 2014. *Consideraciones acerca de las plantaciones de eucalipto en los llanos centro occidentales de Venezuela. Una perspectiva ecológica*. *Revista de Ciencia y Tecnología AGROLLANÍA* 11: 44-49.
- Morante, C., Aranguren, J., y Bastidas, J. 2016. *El aprovechamiento de bosques plantados: su visión agroecológica desde el sistema silvopastoril*. *Revista de Ciencia y Tecnología AGROLLANÍA* 13: 67-72.
- Morin, E. 2001. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa. 167 pp.

- Morin, E. 2007. *Introducción al Pensamiento Complejo*. Gedisa. Barcelona, España. 167 pp.
- Morris, J., Zengjian, Z., Collopy, J. and Daping, L. 2004. Water use by fast-growing *Eucalyptus urophylla* plantations in Southern China. *Tree Physiology* 24: 1035-1044.
- MPD (2003, Julio). *Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2003*. Ministerio de Planificación y Desarrollo. Caracas. 172 pp.
- MPPA (s/f). *Sistema de Información Geográfico de la Ordenación del Territorio*. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. [Datos en DC]. Disponible en Dirección Estatal Cojedes.
- MPPA. 2010. *Cartografía del estado Cojedes y clasificación de los suelos del estado Cojedes*. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. [Datos en DC]. Disponible en Dirección Estatal Cojedes.
- MPPA. 2010. *Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica 2010*. Ministerio de Poder Popular para el Ambiente. Folleto. Caracas, Venezuela.
- MRNR. 1982. *Atlas de Vegetación del estado Cojedes*. Ministerio de los Recursos Naturales Renovables. 93 pp.
- Müller, S. 1996. ¿Cómo medir la sustentabilidad? Una propuesta para área de la agricultura y de los recursos naturales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA: Proyecto IICA-GTZ. Serie de documentos sobre agricultura sustentable y recursos naturales N° 1. San José de Costa Rica. 55 pp.
- Nahed, T. 2008. Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. *AIA*. 12(3): 3-19.
- Nieto, L., Valencia, F., y Giraldo, R. 2013. Bases pluriepistemológicas de los estudios en agroecología. Universidad de Cali. Colombia. *Entramado*. 9 (1): 204-211.
- Odum, H. T., Odum, E. C. y Bronw, M. T. 1988. *Ecosistemas y políticas públicas*. University of Florida. Gainesville 32611, USA.
- OIMT. 1998. *Criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques tropicales naturales*. Serie OIMT de políticas forestales N° 7.
- ONU. 1987. *Informe Brundtland*. Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo. 416 pp.
- ONU. 1992. *Conferencia sobre Desarrollo Sustentable. Agenda 21*. Organización de las Naciones Unidas. Río de Janeiro, Brasil. Pp. 28.
- Ortegano, O. 2000. La ecología social y la ecología ambiental, dos lineamientos de la nueva política del MARN. *SEFORVEN*. 15: 5-6.
- Osorio, R. A. 2001. Evaluación de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Ticoporo, Estado Barinas, en base al análisis de imágenes multitemporal de

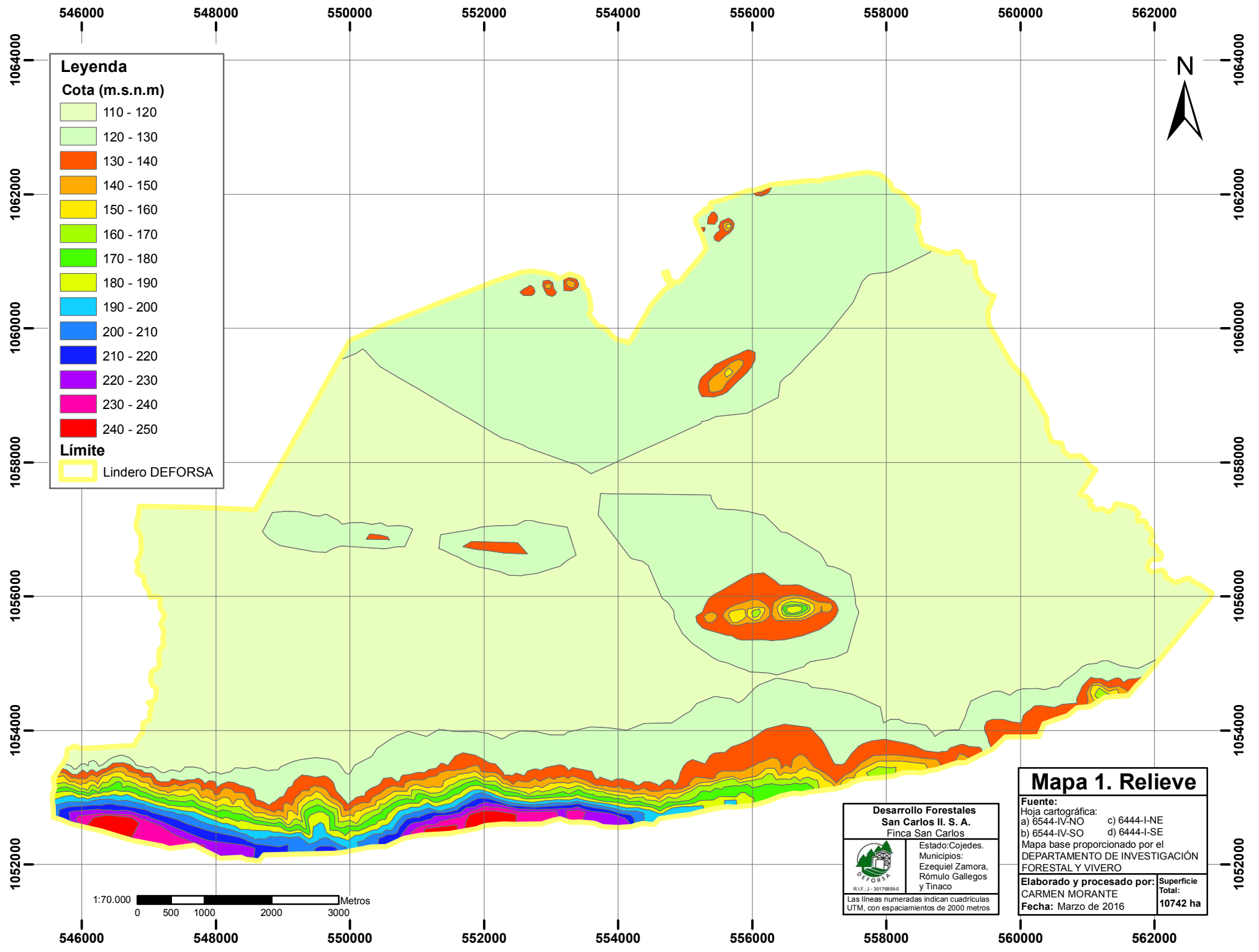
- percepción remota. Tesis de Magister Scientiae. CEFAP, ULA, Mérida, Venezuela. 70 p.
- Pacheco, C. Aguado, I., y Mollicone, D. 2011(a). Dinámica de la deforestación en Venezuela; análisis de los cambios a partir de mapas históricos. *Revista INTERCIENCIA* (36) 8: 578-586.
- Pacheco, C. Aguado, I., y Mollicone, D. 2011(b). Las causas de la deforestación en Venezuela: Un estudio retrospectivo. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” Guanare, Venezuela. *Revista BioLlanía* (edición especial) 10: 281-292.
- Paredes, A. 2016. Efectos ambientales de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill. sobre la vegetación y los suelos en Tuñame, municipio Urdaneta estado Trujillo. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Tesis de Maestría. Mérida. 74 pp.
- Paredes, F. 2009. Nociones elementales de la climatología e hidrología del estado Cojedes. Coordinación de Estudio de Postgrado de UNELLEZ-VIPI. Serie Investigación N° 1. 262 pp.
- Pérez-Canales, E. 2012. Elementos para un modelo de desarrollo en plantaciones forestales de la Sierra Madre Occidental, Durango, Dgo. México. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. México. 549 pp.
- Pozzobon, E. y Osorio, R. 2002. Evaluación de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Ticoporo, estado Barinas-Venezuela, en base al análisis multitemporal de imágenes de percepción remota. *Revista Geográfica Venezolana* 43 (2): 215-235.
- Prabhu, R., C. J. P. Colfer, y R. G. Dudley. 1999. Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: A C&I Developer's Reference. C&I Toolbox Series Center for International Forestry Research, Jakarta. www.cifor.cgiar.org/.
- Ranzini, M. 1990. Balanço hídrico, ciclagem geoquímica de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus saligna* Smith no Vale do Paraíba. Tesis de Maestría. ESALQ/USP.
- Rivera, C., Fierros, A., Vázquez, V., Gómez, A., y Velázquez, A. 2008. Principios, criterios indicadores de sustentabilidad para plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31 (4): 391-397.
- Rodríguez, J. Rojas, F. Giraldo, D. 2010. Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. PROVITA, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela. 324 pp.
- Romero, A., Márquez, A. y Díaz, E. 2013. Determinación de indicadores físico naturales en la cuenca media del río Unare y su relación con el cambio climático. *Revista de Ciencia y Tecnología AGROLLANÍA* 10: 87-92.

- Sánchez, M. 2012. Caracterización de la madera del nuevo híbrido *Eucalyptus grandis*, Hill ex Maiden x *Eucalyptus tereticornis*, Smith, su aptitud de usos en Argentina. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. 125 pp.
- Sarandón S. y Sarandón, R. 1993. Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable. In Goin, F. y Goñi, C. eds. Bases para una política ambiental de la R. Argentina. Buenos Aires. Sección III 19:279-286.
- Sarandón, S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In Sarandón, S. ed. Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas Capítulo 20: 393-414.
- Sarandón, S., Flores, C., Gargoloff, A., y Blandi, L. 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. In Sarandón, S. y Flores, C. eds. Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 14: 375 – 410.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. y Negrete, E. 2006. Evaluación de la Sustentabilidad de Sistemas Agrícolas de Fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de Indicadores en agroecología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNL Departamento de Desarrollo Rural. Pp. 21.
- Sarandón, S.J. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandón SJ, ed). Ediciones Científicas Americanas: 393-414.
- Strebin, S. y Larreal, M. 1989. Capacidad de Uso de las Tierras del estado Cojedes. Serie Informes Técnicos Zona 8 del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Guanare. 47 pp.
- UNELLEZ. 2012. Propuesta de Programa para el Doctorado en Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora San Carlos: Autor.
- UNESCO 2005. Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. Documento. España, octubre 19.
- Vandermeer, J., Noordwijk, M., Anderson, J., Ong, C. y Perfecto, I. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues. *Agric. Ecosystem. Environ* 67: 1-2.
- Venezuela 1998. Decreto 2026. Norma para el Establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales y de Uso Múltiple. Gaceta Oficial de la República de Venezuela número 33.922. Caracas, marzo 9.
- Venezuela 1983. Decreto 1804. Reglamento Parcial de la Ley Forestal de Suelos y de Aguas sobre Regulación de las Actividades que impliquen destrucción de la vegetación con fines agropecuarios. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 32652. Caracas, enero 25.

- Venezuela 1983. Ley Orgánica para la Ordenación Territorial. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 3238 (Extraordinaria). Caracas, agosto 11.
- Venezuela 1999. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36860. Caracas, diciembre 15.
- Venezuela 2006. Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5833 (Extraordinaria). Caracas, diciembre 22.
- Venezuela 2008. Ley de Gestión de la Diversidad Biológica. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39070. Caracas, diciembre 01.
- Venezuela 2011. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Comisión Estatal de Ordenación del Territorio. Decreto del Plan de Ordenación del Territorio del estado Cojedes (POTEC). Diagnóstico Físico-Natural [Datos en DC]. Disponible en Dirección Estatal Cojedes.
- Venezuela 2013. Ley de Bosques. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 40222. Caracas, agosto 06.
- Vivas, I. Rumbo, L. Paredes, F. La Cruz, F. 2014a. Caracterización de los cambios en la cobertura boscosa del estado Cojedes para el periodo 1990-2008, utilizando técnicas de geo-procesamiento con imágenes LANDSAT y SPOT. Trabajo de Ascenso. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" San Carlos, Cojedes. 40 pp.
- Vivas, I., Morante, C., y Quiroz, I. 2014. Estado Actual de la Cobertura Vegetal del estado Cojedes. Venezuela. In Morante A., C. y Molina M., G. eds. [Libro en DC]. Disponible: SERIE LIBRO PEII N° 2; La Multidisciplinaria Investigativa. UNELLEZ. Pp. 1-12.
- Wilber, K. 2007. Una teoría del todo. Una visión integral de la ciencia, la política, la empresa y la espiritualidad. Kairos. Barcelona, España.
- Zambolín, L., Da Silva, A., y Agnes, E., eds. 2004. Manejo integrado INTEGRAÇÃO. Agricultura-Pecuaria. Universidad Federal de Viscosa. 398 pp.
- Zambrano, S., Márquez, R., Lazo, R., y Rodríguez, J. 2013. Identificación preliminar de áreas prioritarias para la conservación de bosques secos en el estado Cojedes (Venezuela), utilizando técnicas de sen-soramiento remoto. Ediciones IVIC. X Congreso Venezolano de Ecología. Mérida. P. 23.

ANEXOS

ANEXOS - MAPAS



Leyenda

Cota (m.s.n.m)

- 110 - 120
- 120 - 130
- 130 - 140
- 140 - 150
- 150 - 160
- 160 - 170
- 170 - 180
- 180 - 190
- 190 - 200
- 200 - 210
- 210 - 220
- 220 - 230
- 230 - 240
- 240 - 250

Límite

- Lindero DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
 Municipios:
 Ezequiel Zamora,
 Rómulo Gallegos
 y Tinaco

R.L.F. - J. 20178590

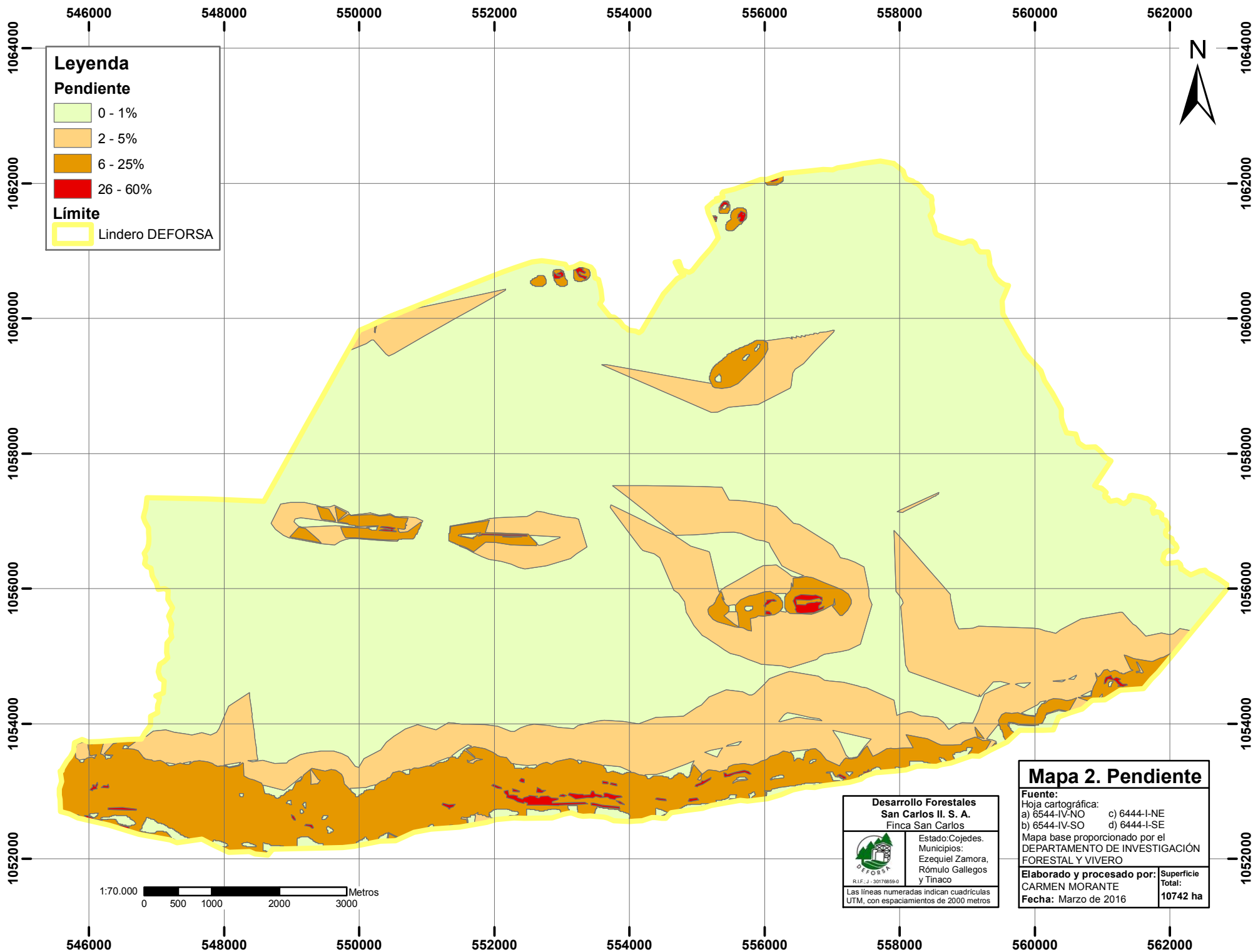
Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

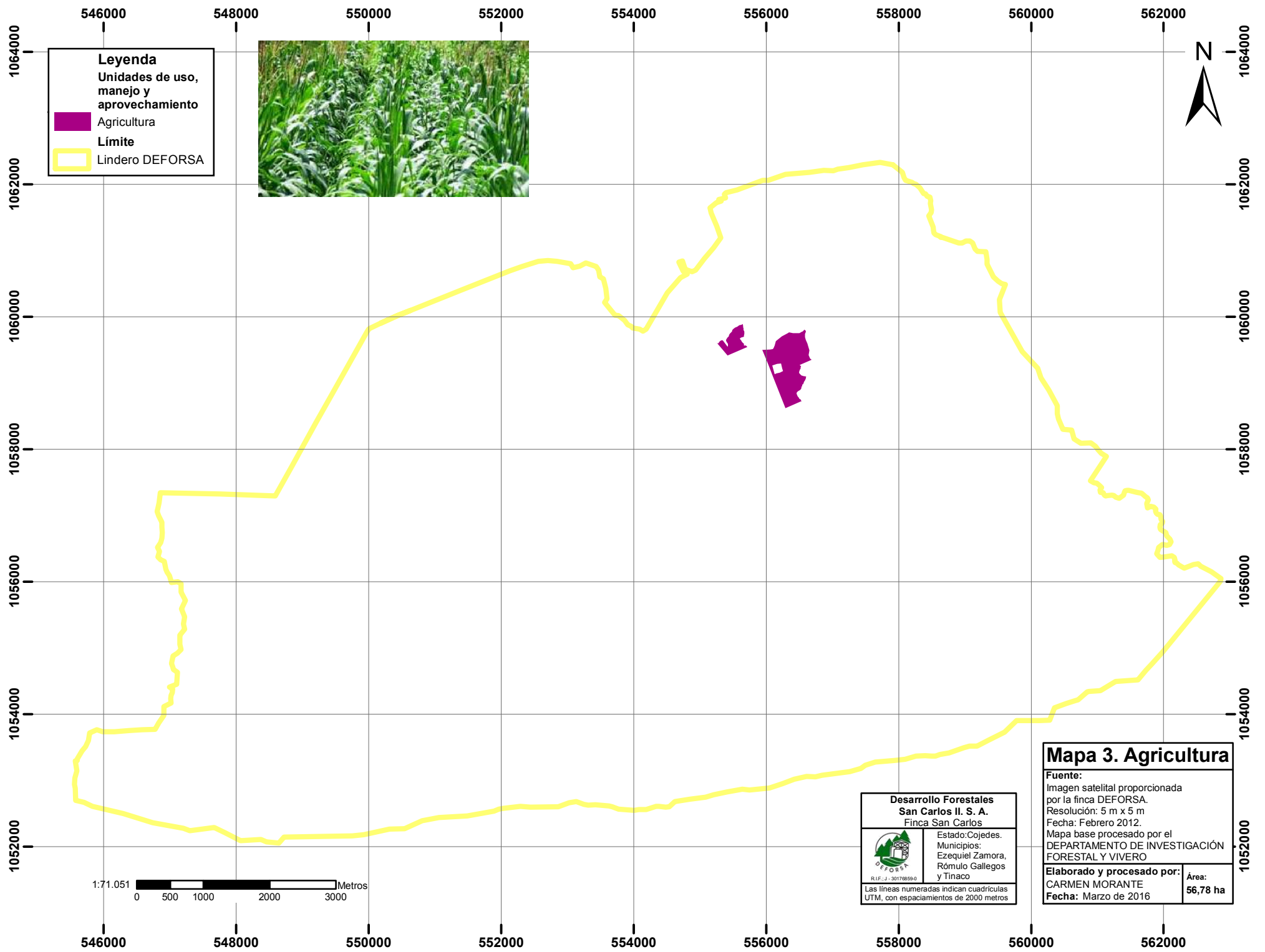
Mapa 1. Relieve

Fuente:
 a) 6544-IV-NO c) 6444-I-NE
 b) 6544-IV-SO d) 6444-I-SE

Mapa base proporcionado por el
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
 FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por: CARMEN MORANTE	Superficie Total: 10742 ha
Fecha: Marzo de 2016	





Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento
 Agricultura
Límite
 Linderos DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
 Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

R.I.F.: J - 30178590

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

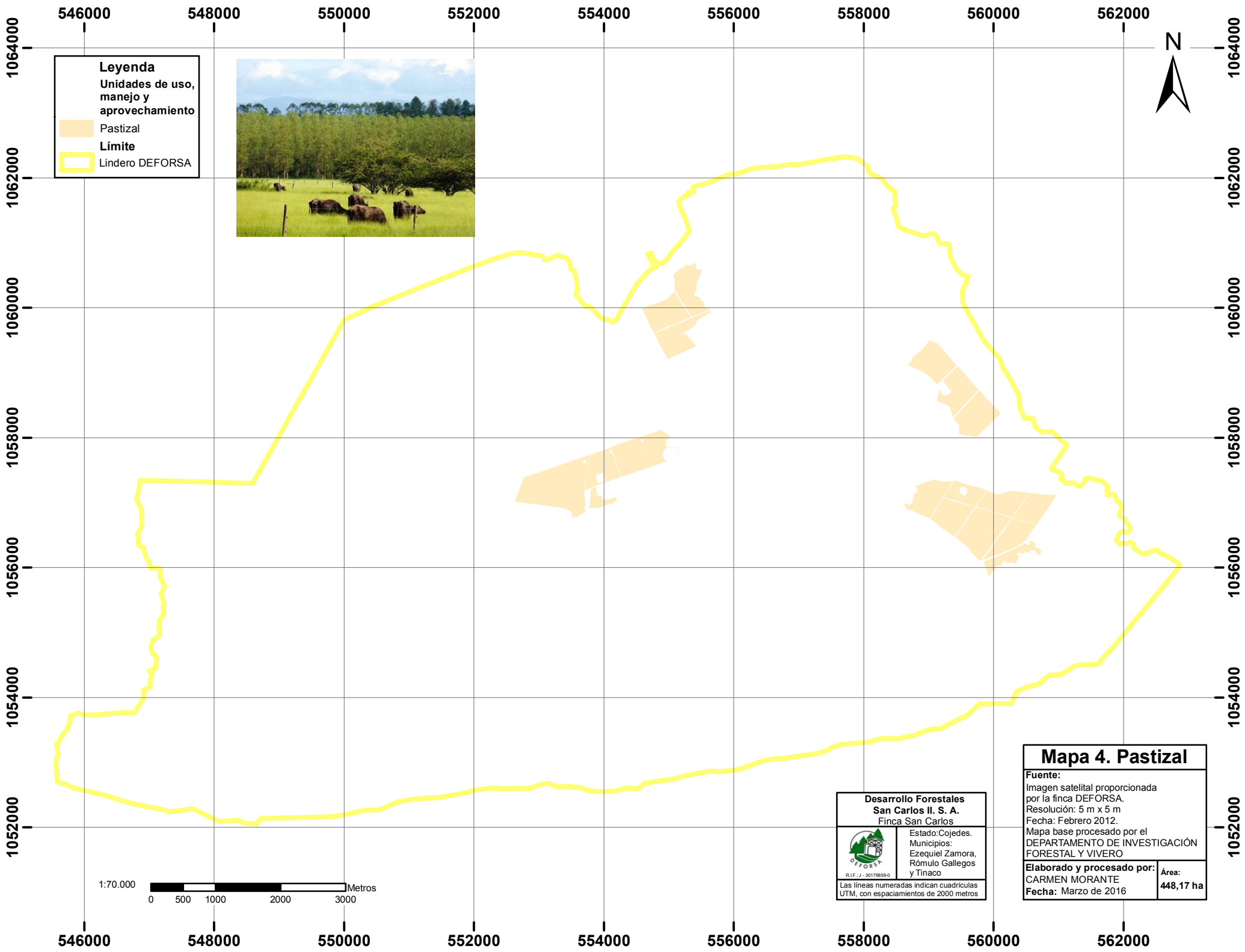
Mapa 3. Agricultura

Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 56,78 ha



Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento
 Pastizal
Límite
 Lindero DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos



Estado: Cojedes.
 Municipios:
 Ezequiel Zamora,
 Rómulo Gallegos
 y Tinaco

R.I.F.: J. - 30178859-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

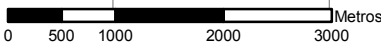
Mapa 4. Pastizal

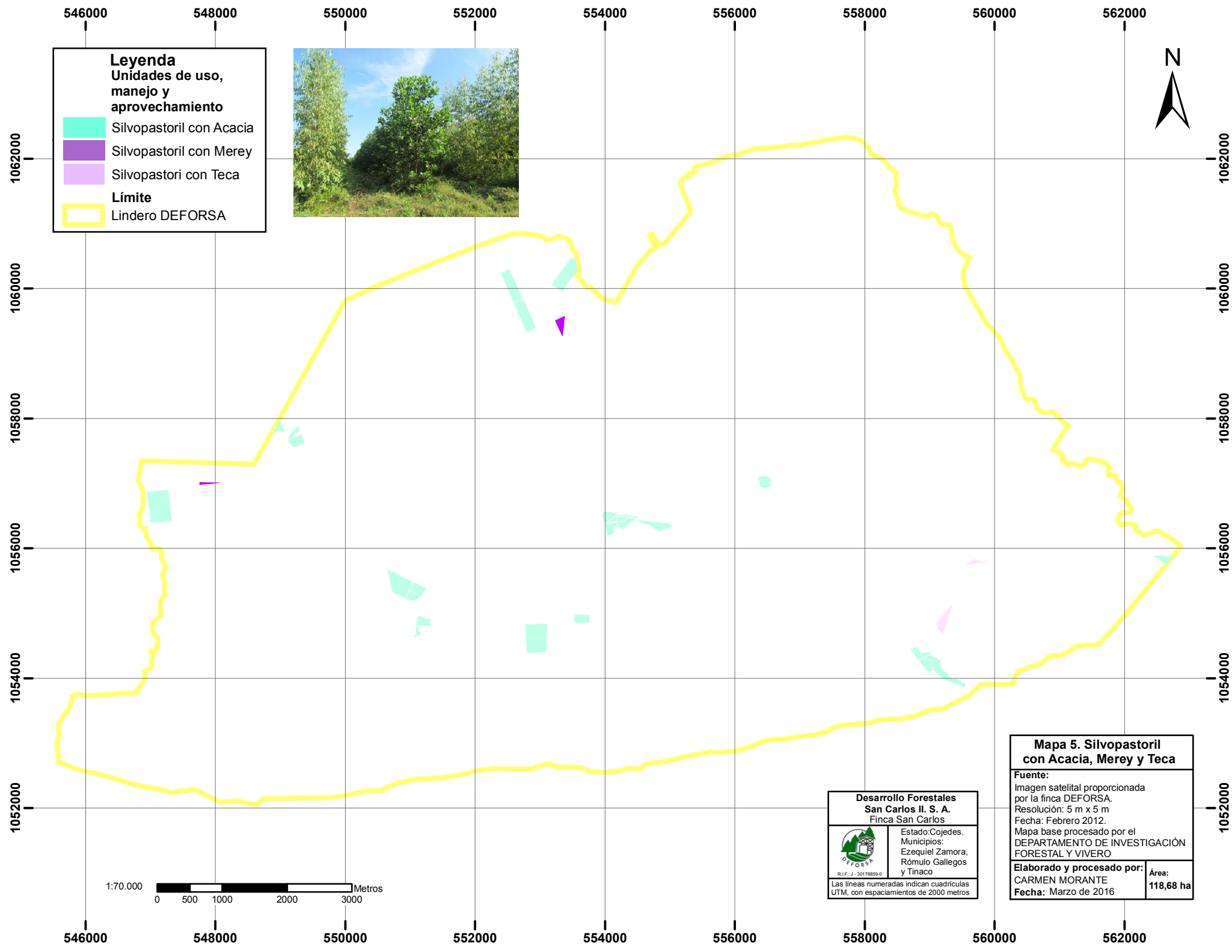
Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 448,17 ha

1:70.000  Metros



Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Silvopastoril con Acacia
- Silvopastoril con Mery
- Silvopastoril con Teca

Límite

- Límite DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos



Estado: Cojedes.
 Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

R.F.: J. 30178859-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

Mapa 5. Silvopastoril con Acacia, Mery y Teca

Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 118,68 ha



Leyenda

Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Silvopastoril con Eucalipto baja densidad

Límite

- Lindero DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
 Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

R.I.F.: J. 3017859-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamientos de 2000 metros

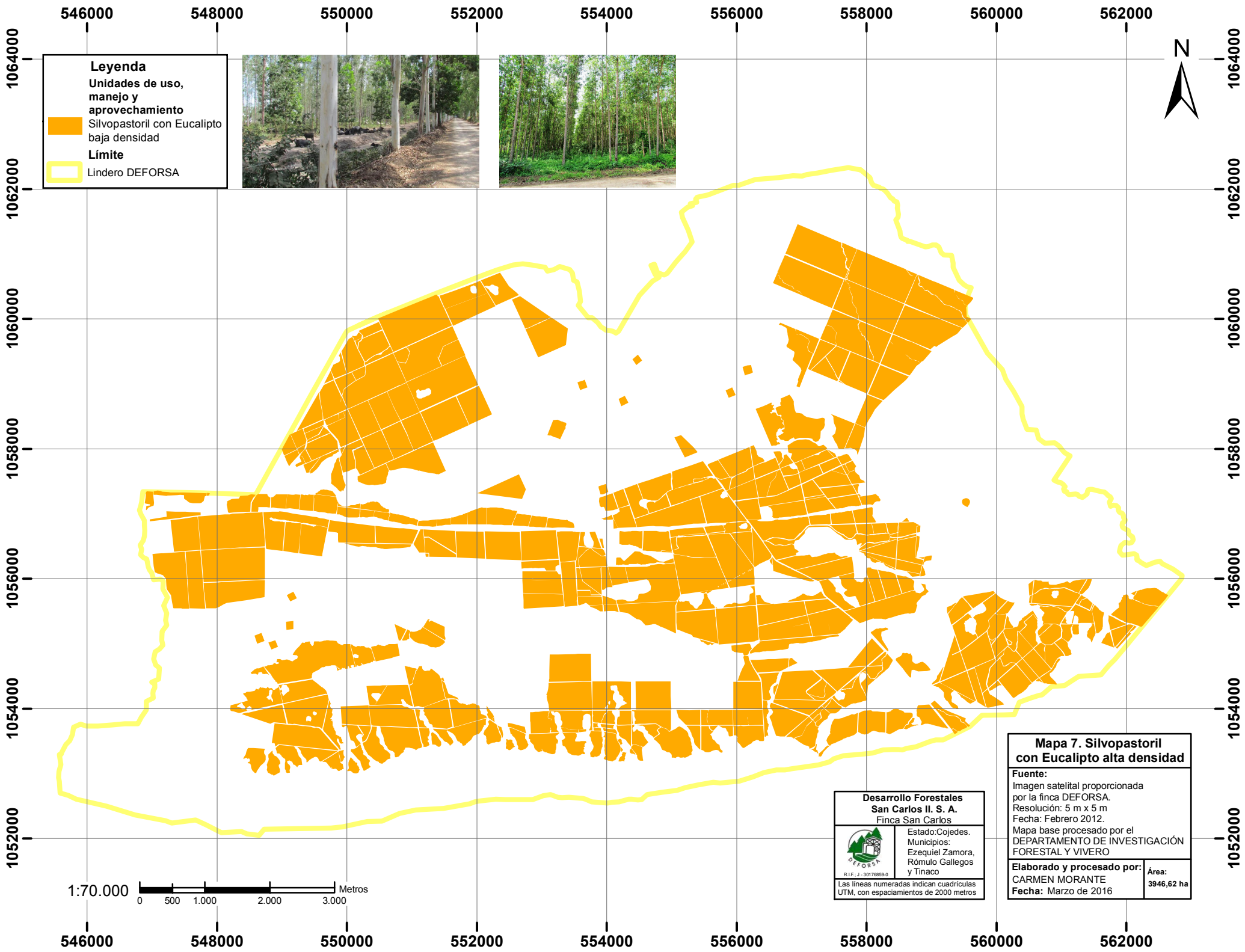
Mapa 6. Silvopastoril con Eucalipto baja densidad

Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 1675,77 ha



Leyenda

Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Silvopastoril con Eucalipto baja densidad

Límite

- Lindero DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
 Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

R.F.F.: J. 3017859-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

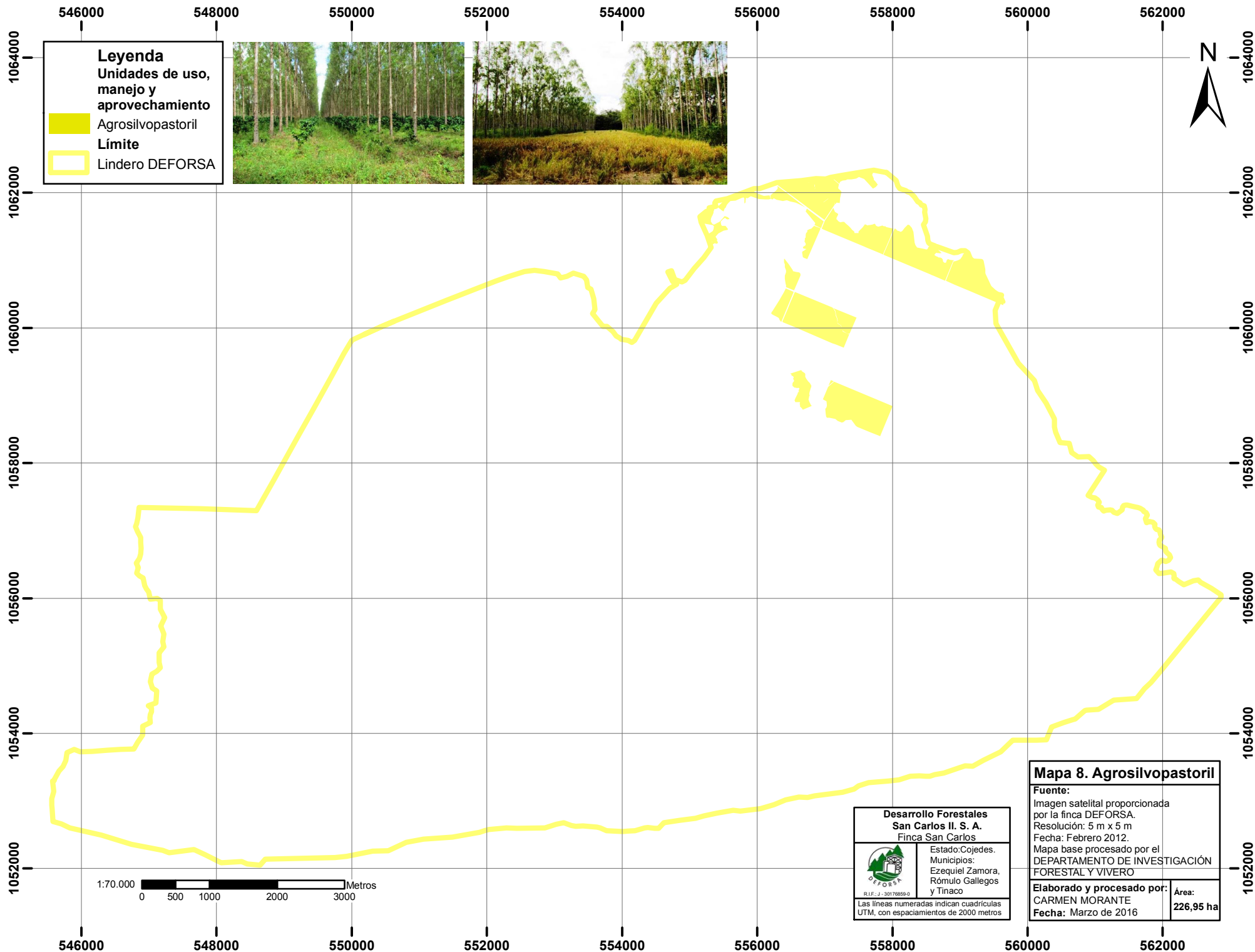
Mapa 7. Silvopastoril con Eucalipto alta densidad

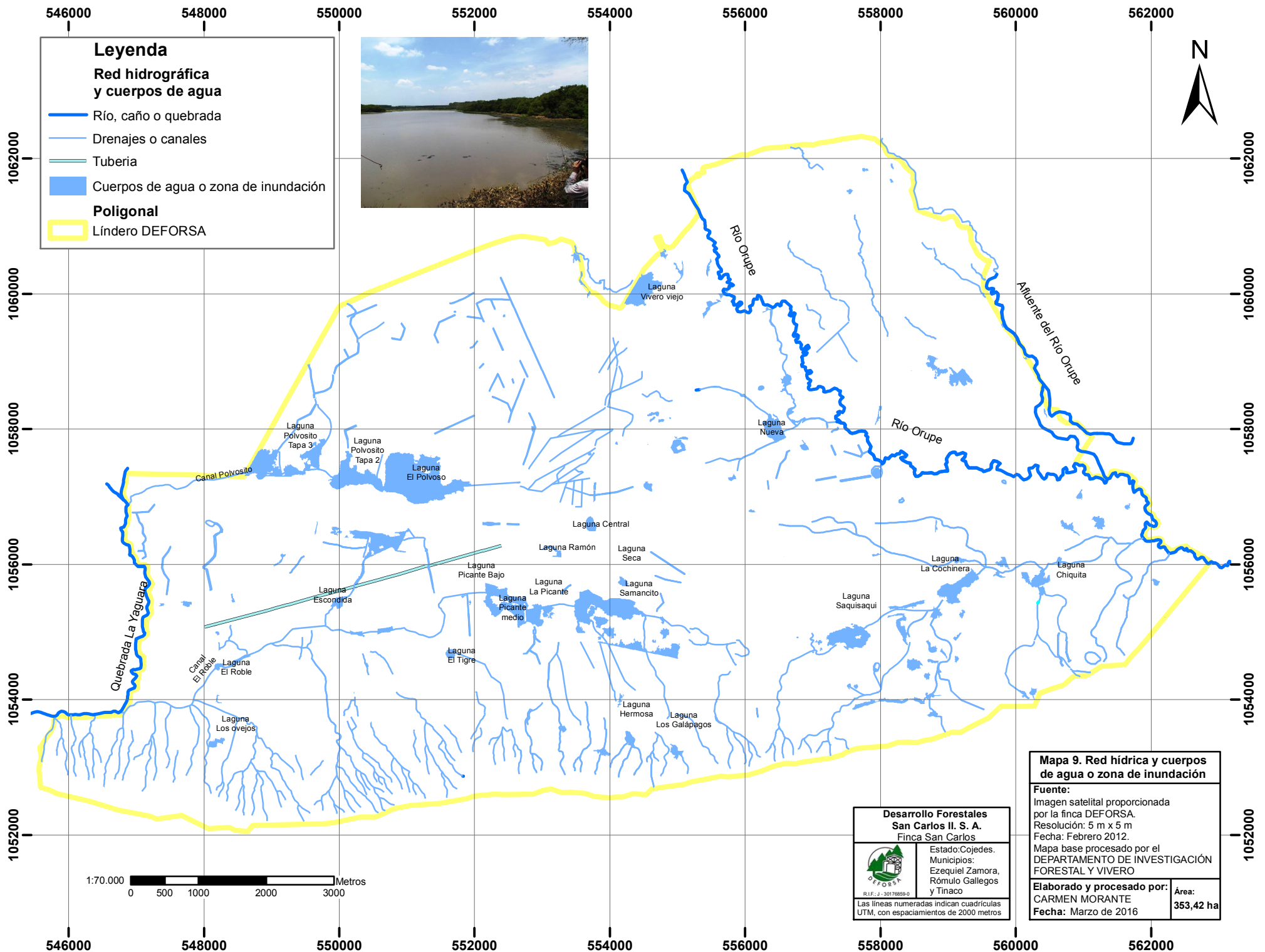
Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 3946,62 ha





Leyenda

Red hidrográfica y cuerpos de agua

- Río, caño o quebrada
- Drenajes o canales
- Tubería
- Cuerpos de agua o zona de inundación

Poligonal

- Líndero DEFORSA



Mapa 9. Red hídrica y cuerpos de agua o zona de inundación

Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 353,42 ha

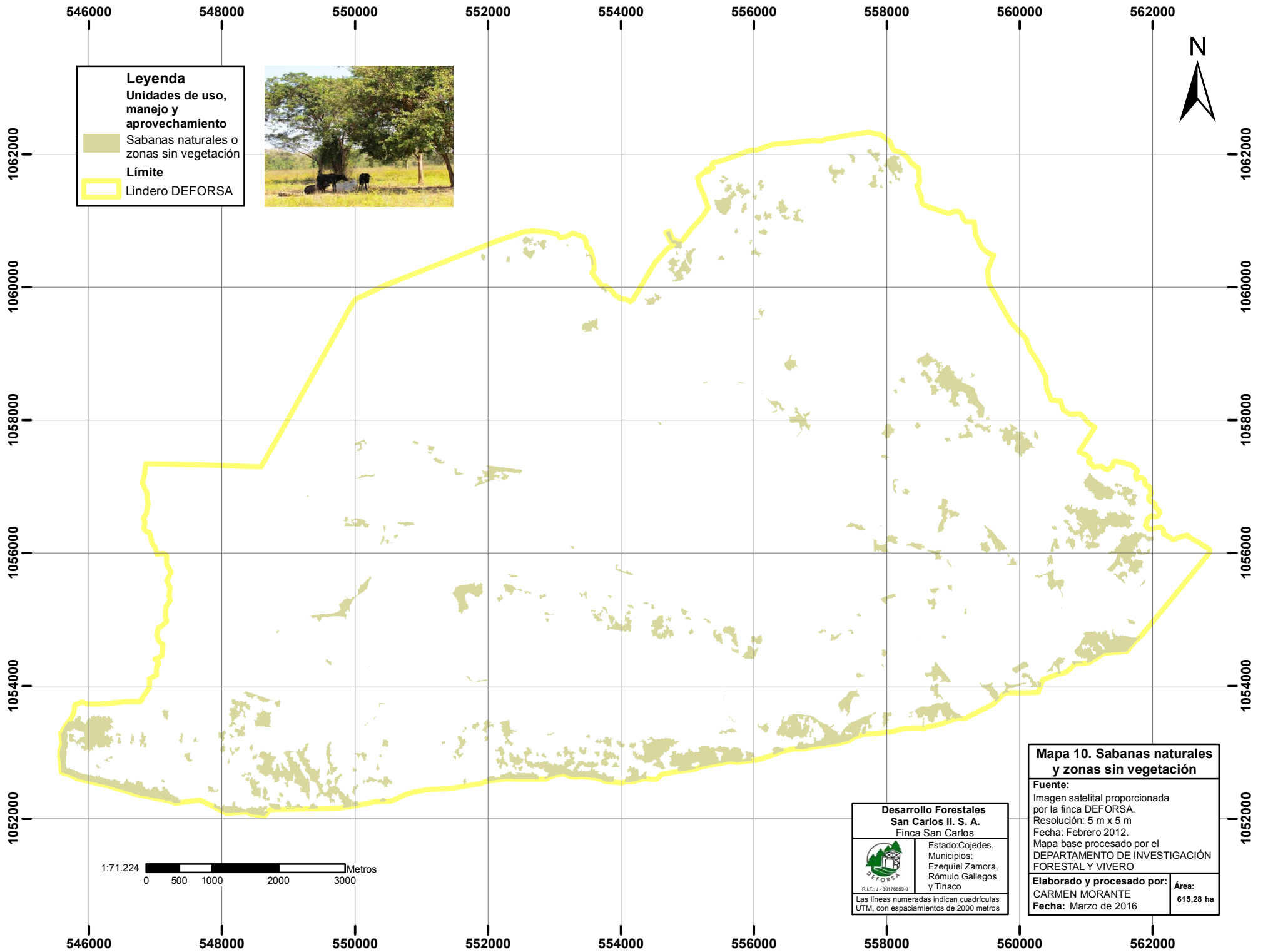
Desarrollo Forestales San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

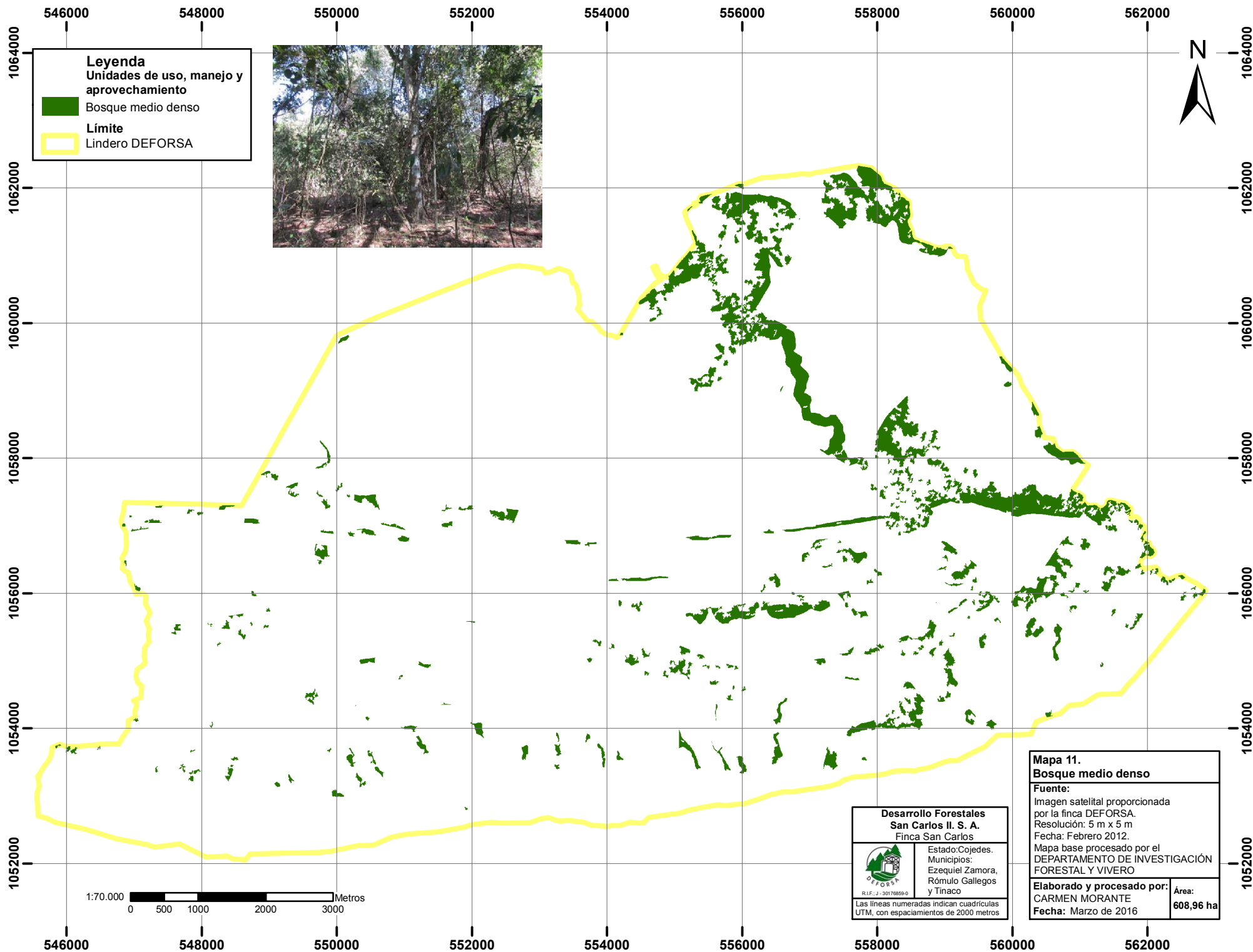
Estado: Cojedes.
 Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

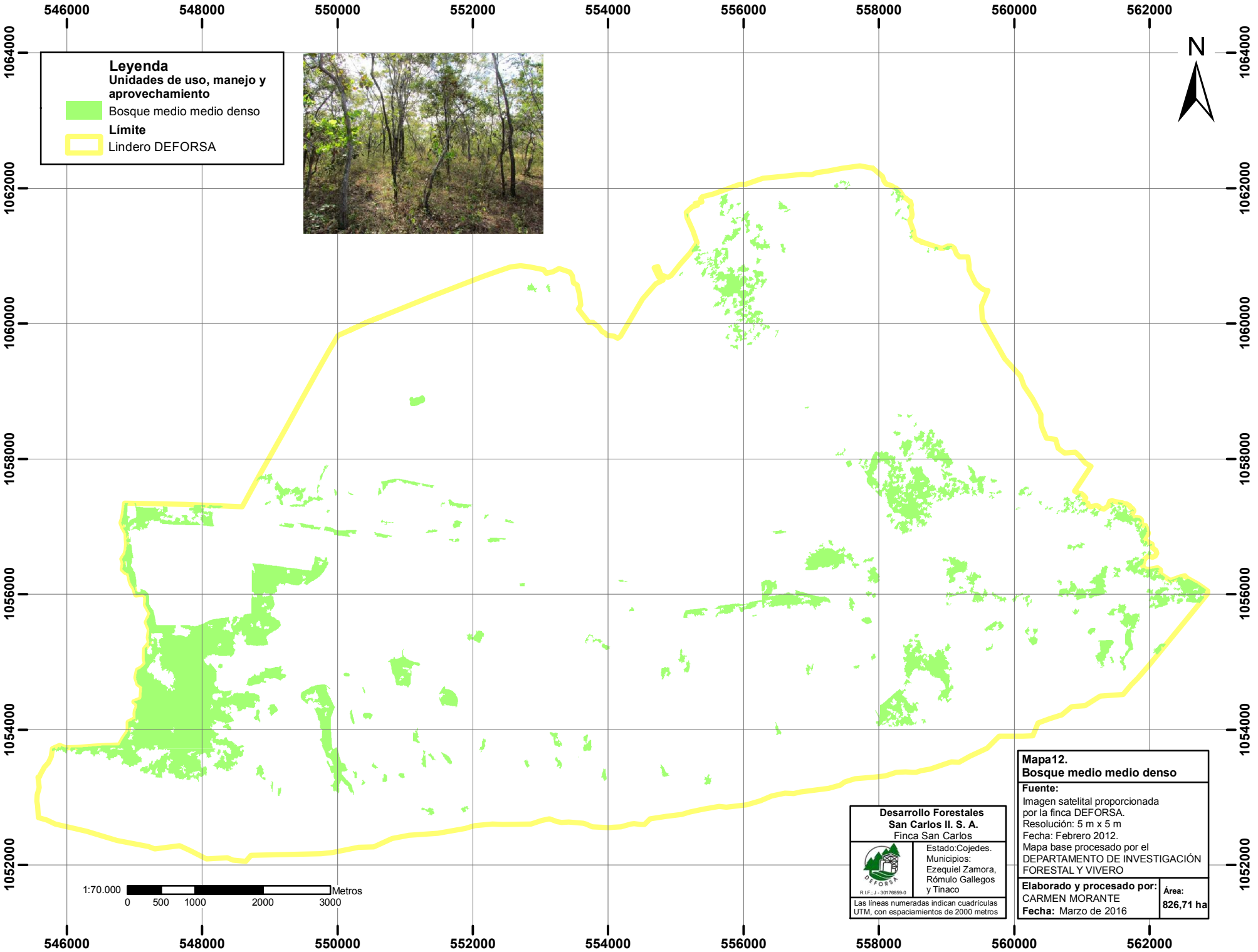
R.F.F.: J. 3017859-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamientos de 2000 metros









Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Bosque medio medio denso

Límite

- Lindero DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

R.I.F. J. - 30176859-0

Estado: Cojedes.
 Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamientos de 2000 metros

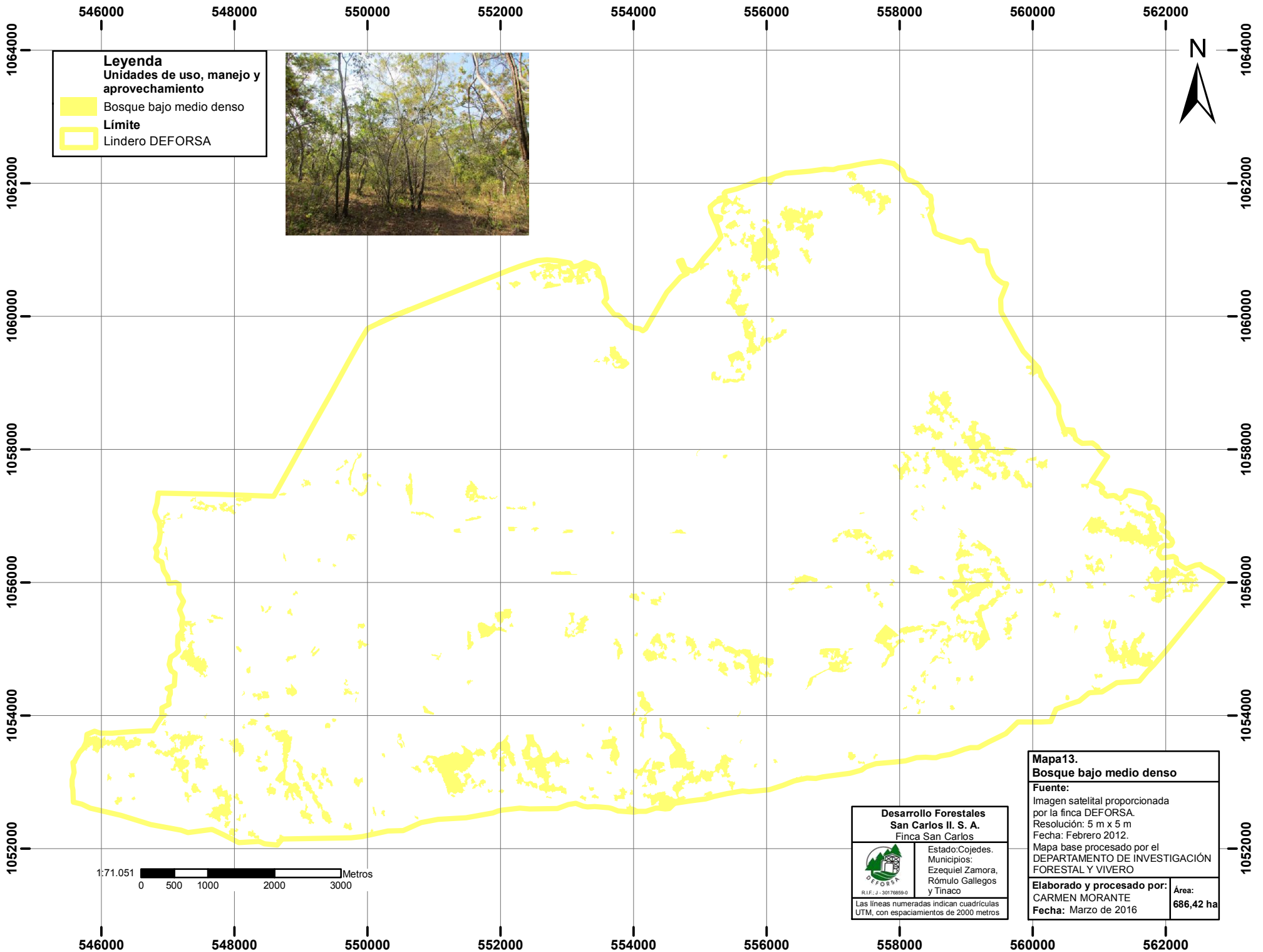
Mapa 12.
Bosque medio medio denso

Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 826,71 ha



Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Bosque bajo medio denso
- Límite**
- Lindero DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
 Municipios:
 Ezequiel Zamora,
 Rómulo Gallegos
 y Tinaco

R.I.F.: J. - 3017889-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

Mapa 13.
Bosque bajo medio denso

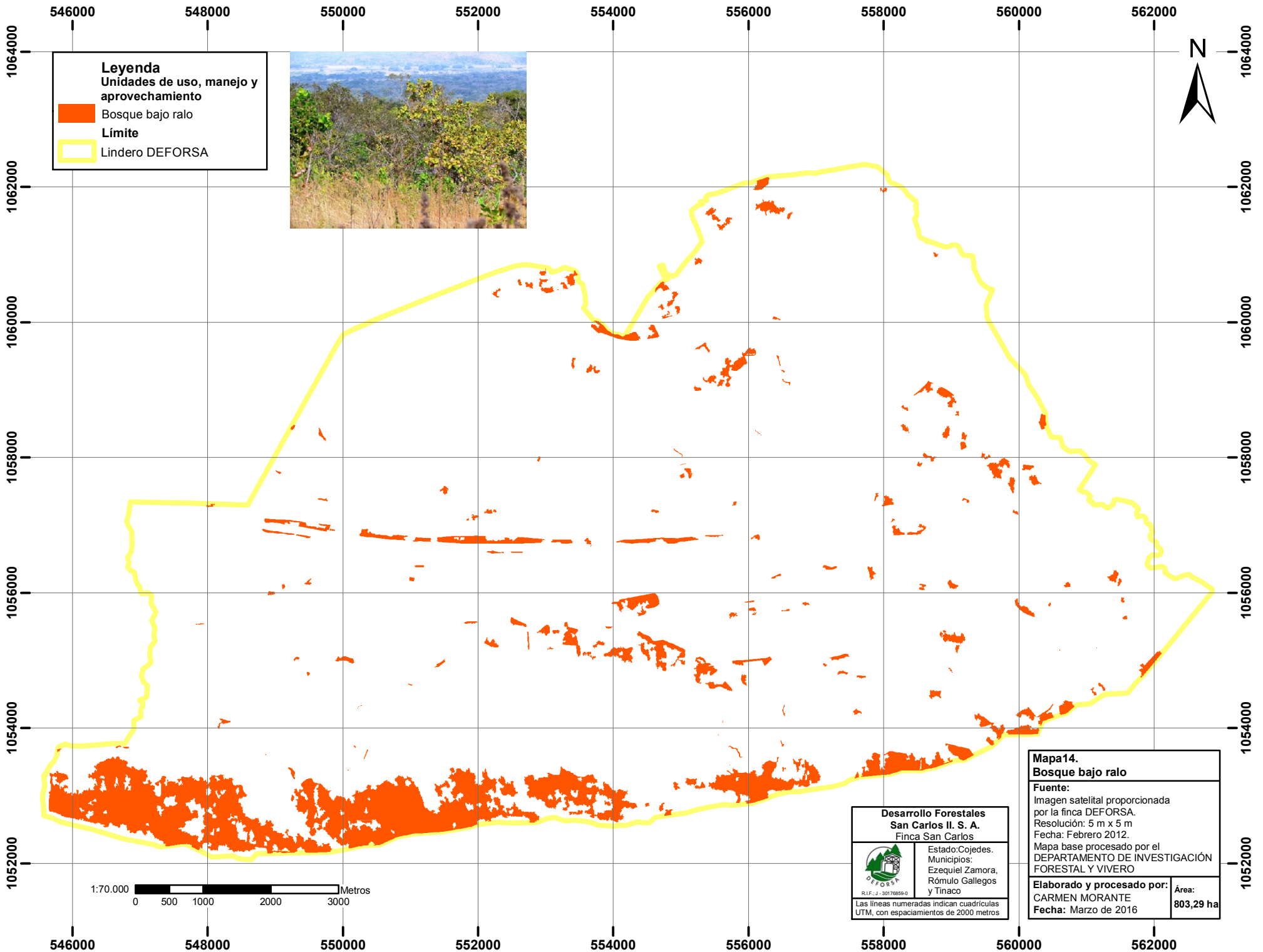
Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

Fecha: Marzo de 2016

Área:
 686,42 ha





Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Bosque bajo ralo

Límite

- Lindero DEFORSA



Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos



Estado: Cojedes.
 Municipios:
 Ezequiel Zamora,
 Rómulo Gallegos
 y Tinaco

R.I.F.: J - 3017859-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamientos de 2000 metros

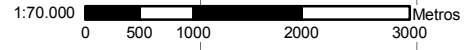
Mapa 14.
Bosque bajo ralo

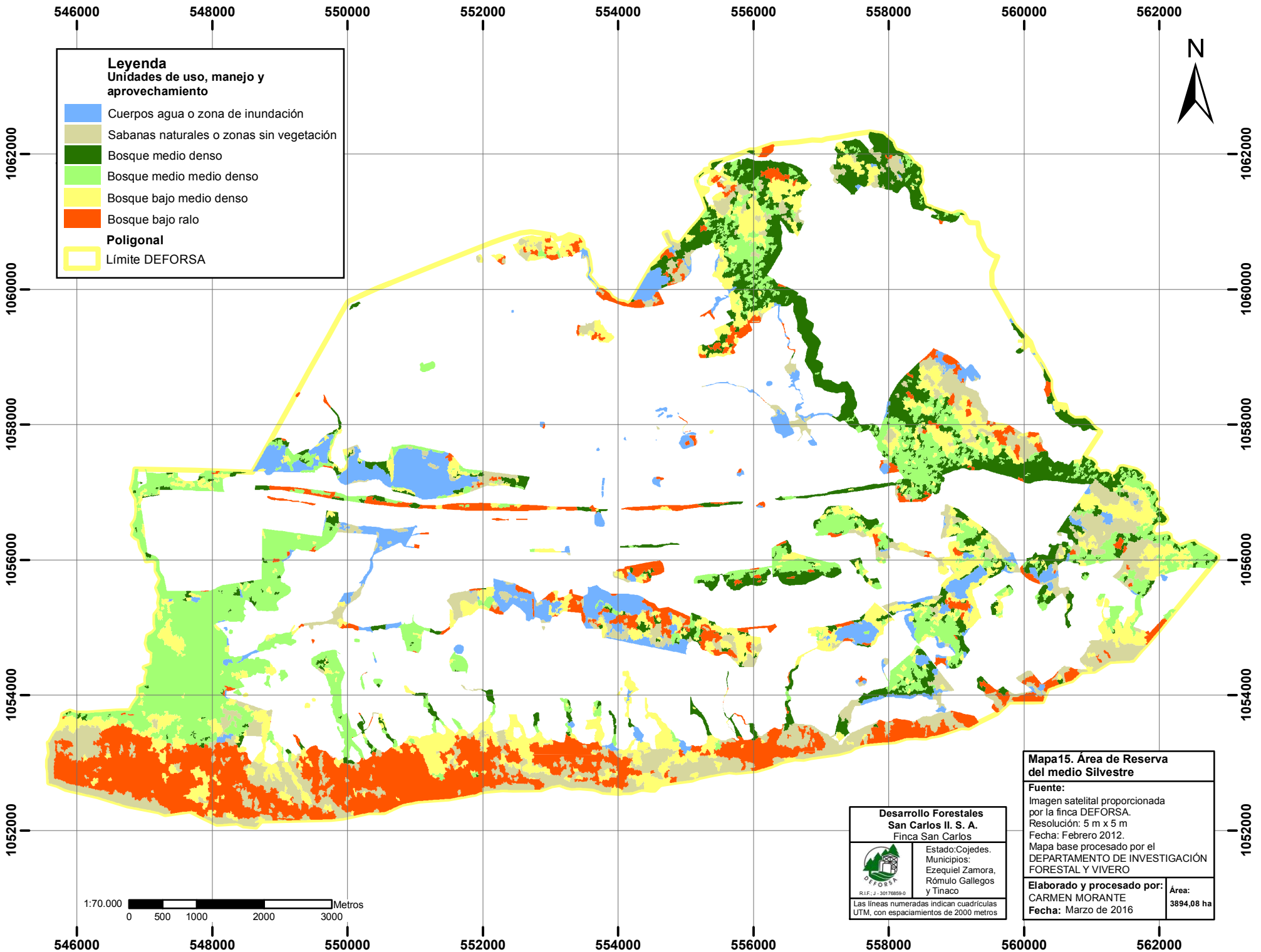
Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
 CARMEN MORANTE

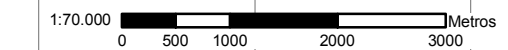
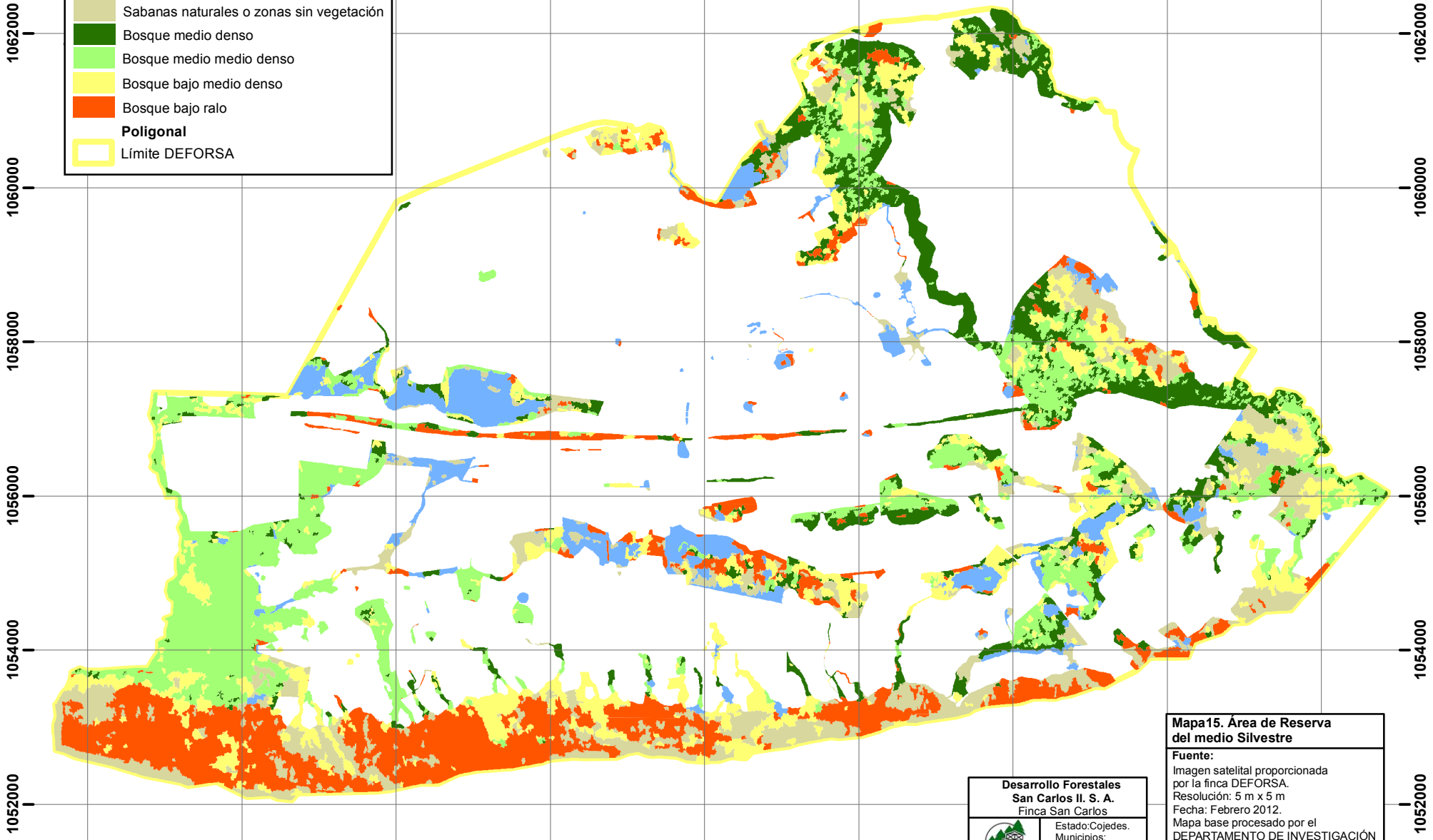
Fecha: Marzo de 2016

Área:
 803,29 ha





546000 548000 550000 552000 554000 556000 558000 560000 562000



546000 548000 550000 552000 554000 556000 558000 560000 562000

1062000
1060000
1058000
1056000
1054000
1052000

Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Cuerpos agua o zona de inundación
- Sabanas naturales o zonas sin vegetación
- Bosque medio denso
- Bosque medio medio denso
- Bosque bajo medio denso
- Bosque bajo ralo

Poligonal

- Límite DEFORSA

Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
Municipios:
Ezequiel Zamora,
Rómulo Gallegos
y Tinaco

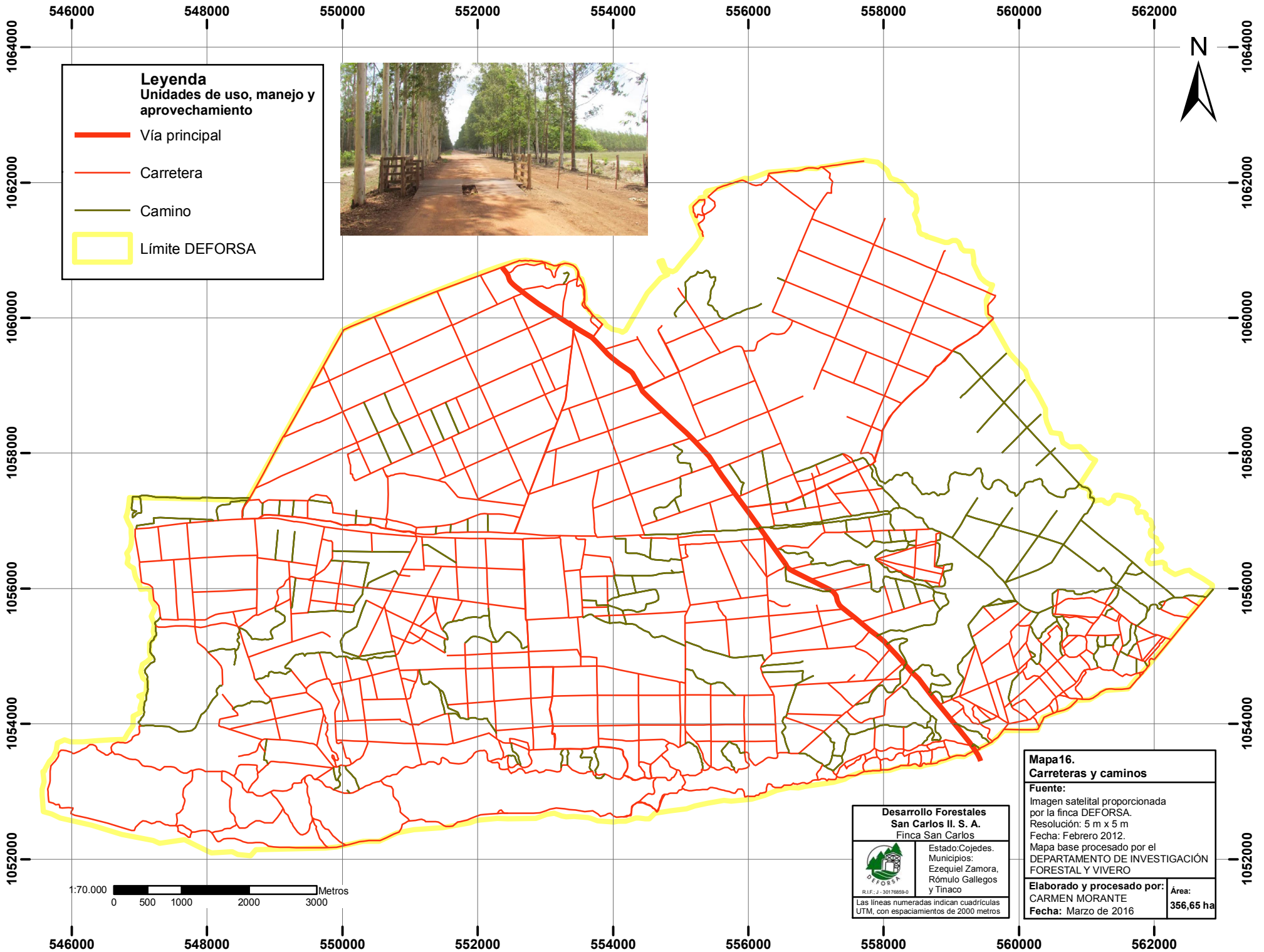
R.I.F.: J. - 3017889-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

Mapa15. Área de Reserva del medio Silvestre

Fuente:
Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
Resolución: 5 m x 5 m
Fecha: Febrero 2012.
Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por: CARMEN MORANTE	Área: 3894,08 ha
Fecha: Marzo de 2016	



Leyenda
Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Vía principal
- Carretera
- Camino
- Límite DEFORSA



Mapa16.
Carreteras y caminos

Fuente:
Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
Resolución: 5 m x 5 m
Fecha: Febrero 2012.
Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por:
CARMEN MORANTE

Área:
356,65 ha

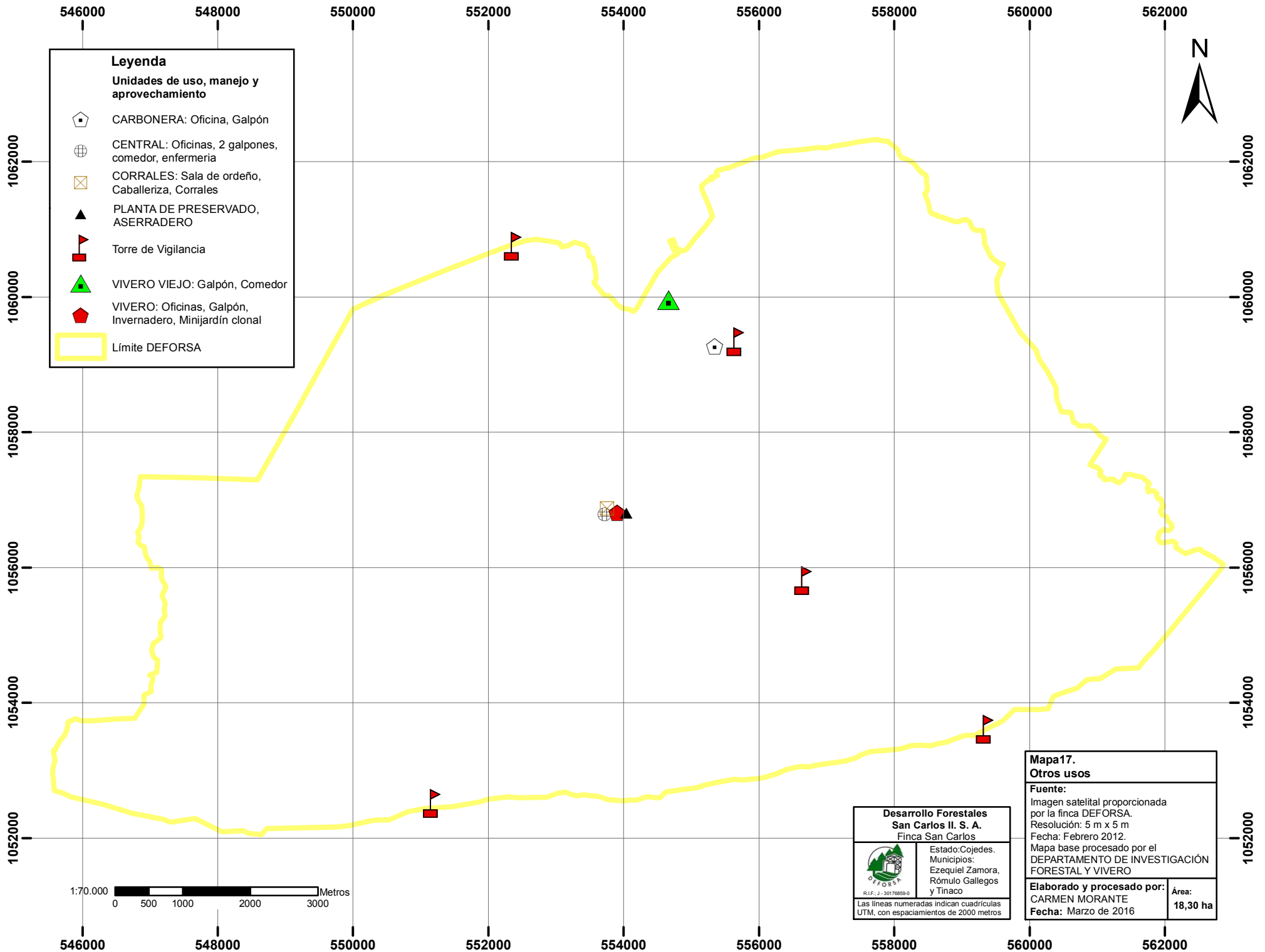
Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.
Finca San Carlos

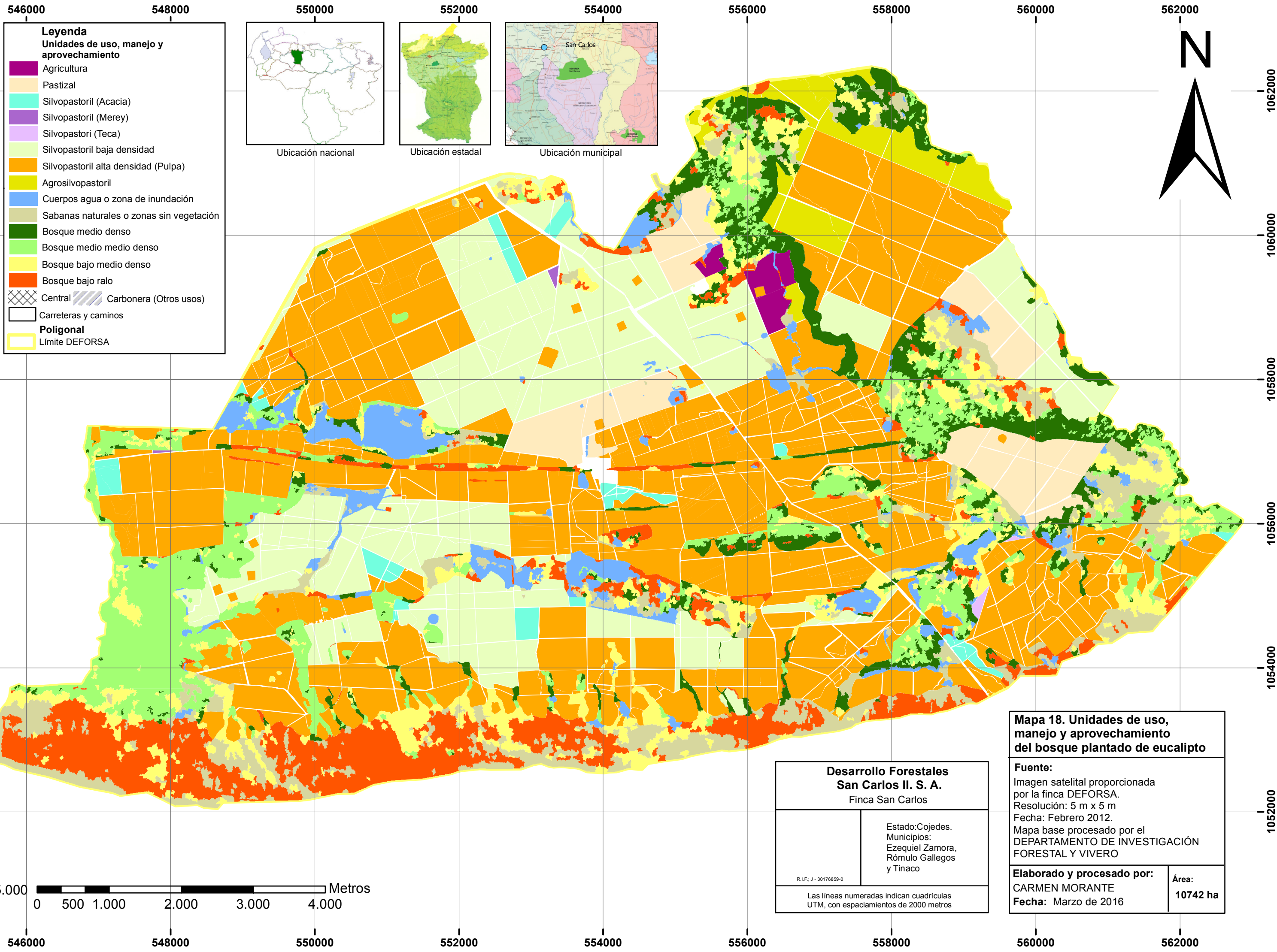
Estado: Cojedes.
Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

R.I.F.: J. - 3017889-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

1:70.000
0 500 1000 2000 3000 Metros





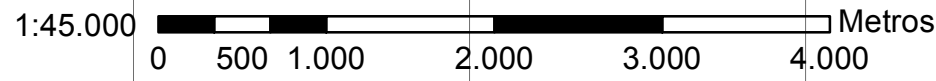
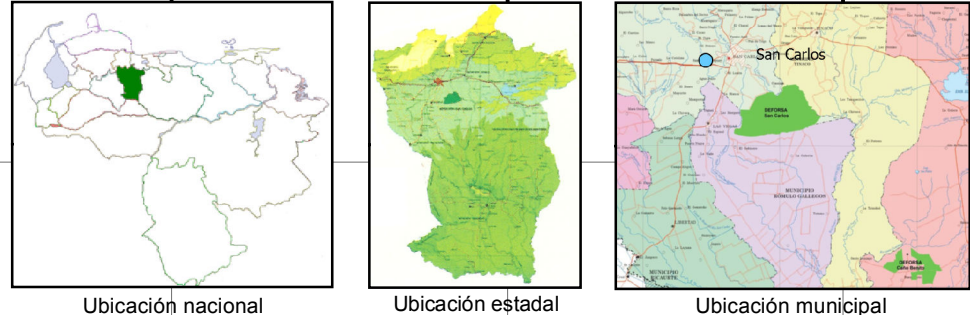
Leyenda

Unidades de uso, manejo y aprovechamiento

- Agricultura
- Pastizal
- Silvopastoril (Acacia)
- Silvopastoril (Merrey)
- Silvopastoril (Teca)
- Silvopastoril baja densidad
- Silvopastoril alta densidad (Pulpa)
- Agrosilvopastoril
- Cuerpos agua o zona de inundación
- Sabanas naturales o zonas sin vegetación
- Bosque medio denso
- Bosque medio medio denso
- Bosque bajo medio denso
- Bosque bajo ralo
- Central
- Carbonera (Otros usos)
- Carreteras y caminos

Poligonal

- Límite DEFORSA



**Desarrollo Forestales
San Carlos II. S. A.**
Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
Municipios:
Ezequiel Zamora,
Rómulo Gallegos
y Tinaco

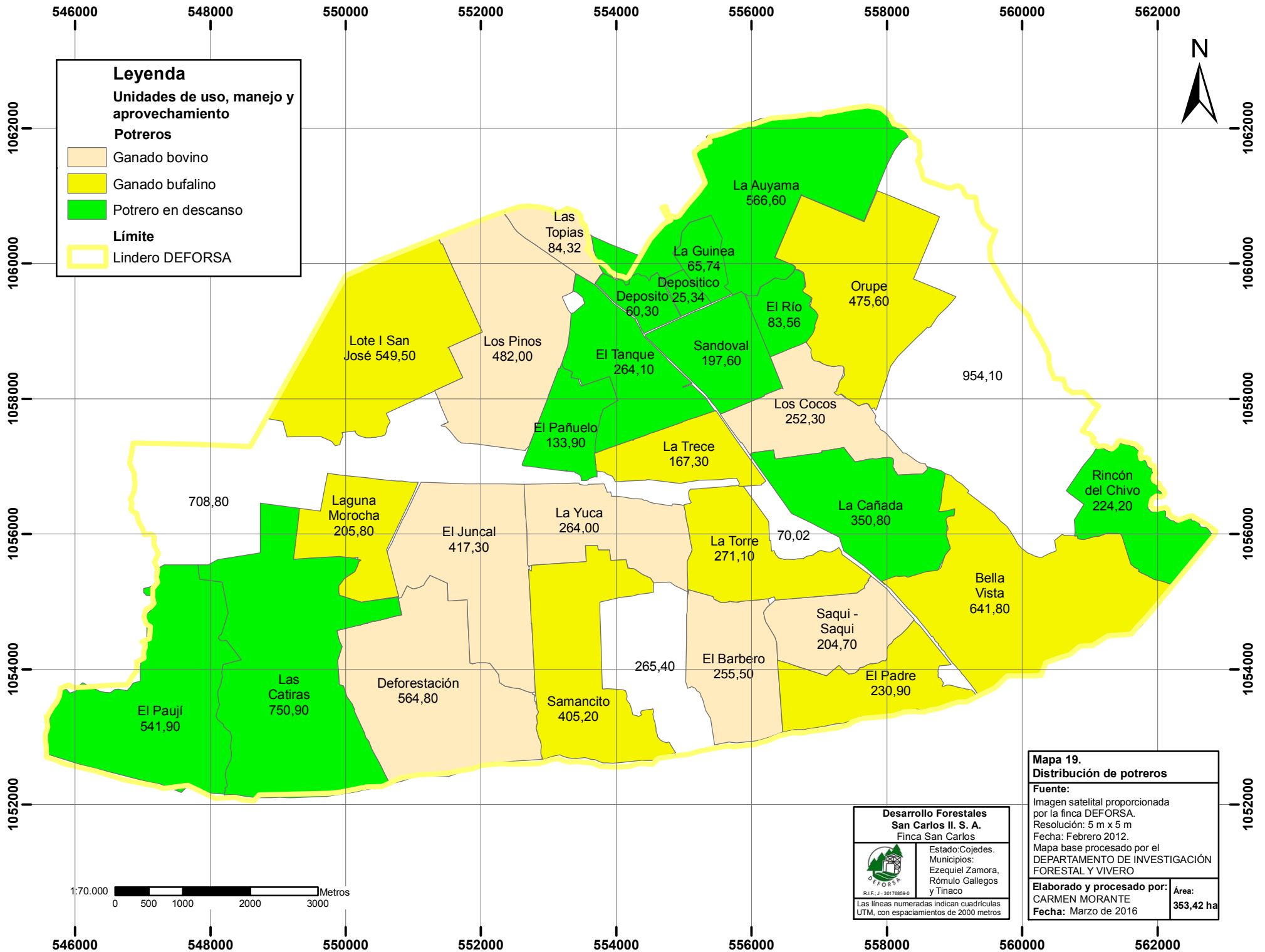
R.L.F. J - 30176859-0

Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamentos de 2000 metros

Mapa 18. Unidades de uso, manejo y aprovechamiento del bosque plantado de eucalipto

Fuente:
Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
Resolución: 5 m x 5 m
Fecha: Febrero 2012.
Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por: CARMEN MORANTE	Área: 10742 ha
Fecha: Marzo de 2016	



Mapa 19.
Distribución de potreros

Fuente:
 Imagen satelital proporcionada por la finca DEFORSA.
 Resolución: 5 m x 5 m
 Fecha: Febrero 2012.
 Mapa base procesado por el DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y VIVERO

Elaborado y procesado por: CARMEN MORANTE	Área: 353,42 ha
Fecha: Marzo de 2016	

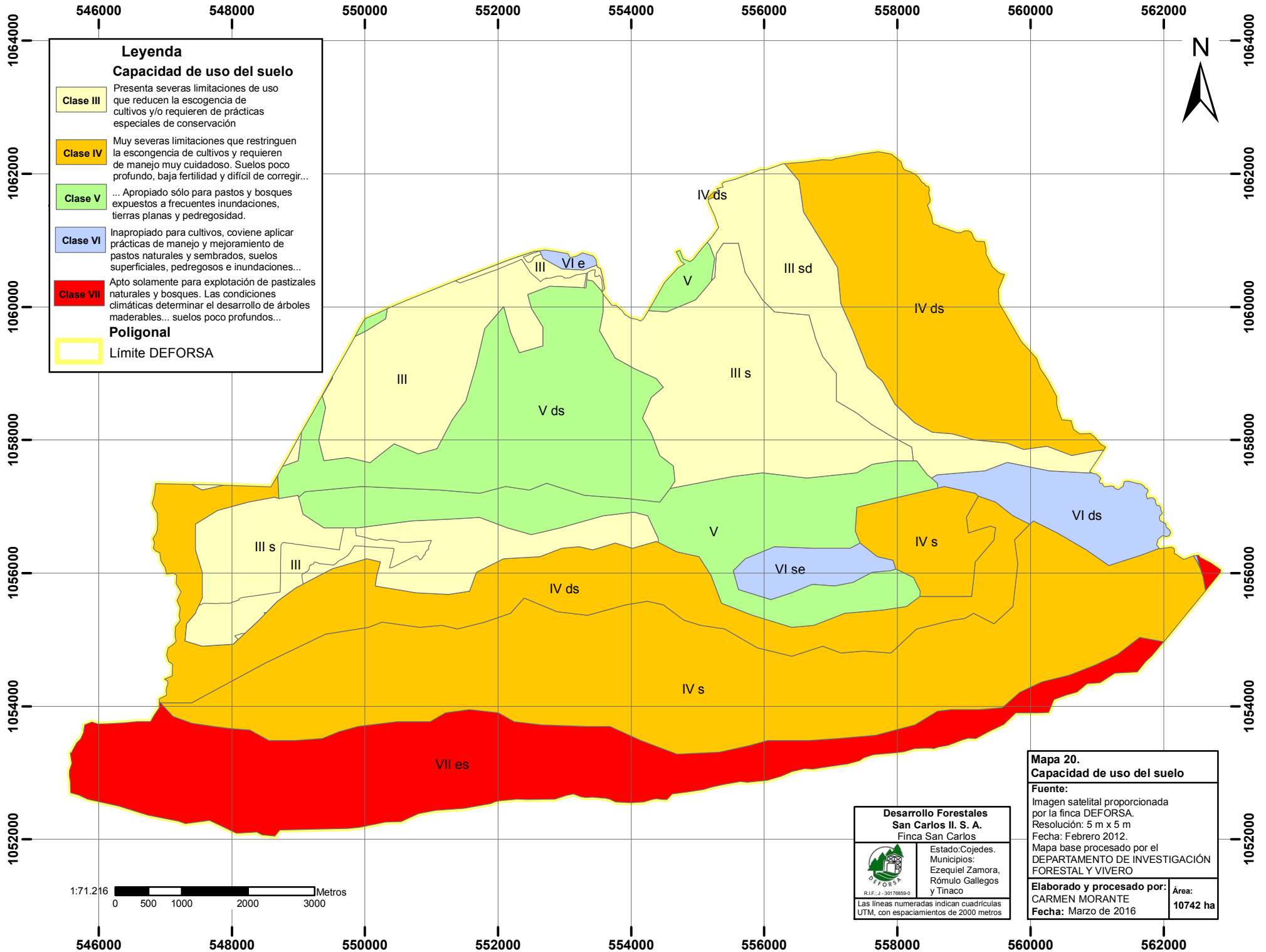
Desarrollo Forestales San Carlos II. S. A.
 Finca San Carlos

Estado: Cojedes.
 Municipios: Ezequiel Zamora, Rómulo Gallegos y Tinaco

R.L.F. J. - 3017858-0

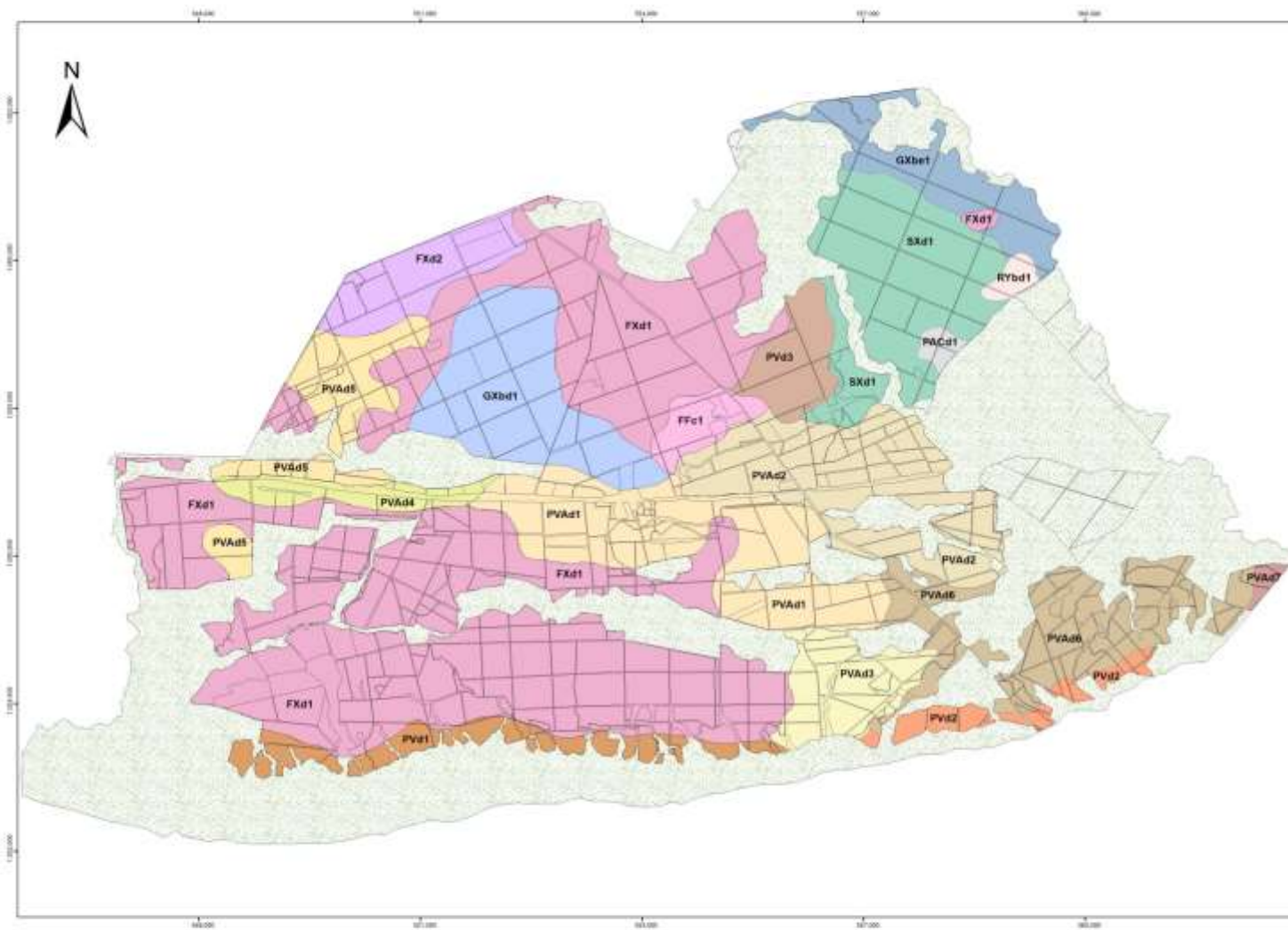
Las líneas numeradas indican cuadrículas UTM, con espaciamientos de 2000 metros





Mapa 21

MAPA DE SOLOS DESARROLLOS FORESTALES SAN CARLOS - DEFORSA



Legenda

- FXd1 - Associação: Plintossolo Háptico distrófico típico + Plintossolo Argilúvico distrófico típico ambos A moderado textura média/argilosa relevo plano. Inclusão: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plintico A moderado textura média/argilosa relevo plano + Gleissolo Háptico Tb distrófico plintico A moderado textura argilosa relevo plano
- FXd2 - Plintossolo Háptico distrófico típico A moderado textura média relevo plano
- FFc1 - Plintossolo Pétrico concrecionário típico A moderado textura média/argilosa
- PVAd1 - Associação: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A moderado textura média/argilosa relevo plano + Argissolo Vermelho distrófico típico A moderado textura média/argilosa relevo plano
- PVAd2 - Associação: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plintico A moderado textura média/argilosa relevo plano + Argissolo Vermelho distrófico plintico A moderado textura média/argilosa relevo plano. Inclusão: Plintossolo Háptico distrófico típico A moderado textura média/argilosa relevo plano
- PVAd3 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico A moderado textura média/argilosa relevo plano e suave ondulado
- PVAd4 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico A moderado textura média relevo plano
- PVAd5 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A moderado textura média/argilosa relevo plano
- PVAd6 - Associação: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plintico + Plintossolo Pétrico concrecionário típico ambos A moderado textura média/argilosa relevo plano. Inclusão: Gleissolo Háptico Tb distrófico típico A moderado textura média/argilosa relevo plano
- PVAd7 - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abruptico (endocconcrecionário) A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado
- PVd1 - Associação: Argissolo Vermelho distrófico típico + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico ambos A moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado
- PVd2 - Argissolo Vermelho distrófico abruptico A moderado textura média/muito argilosa relevo suave ondulado. Inclusão: Argissolo Vermelho distrófico plintico A moderado textura média/muito argilosa relevo suave ondulado
- PVd3 - Associação: Argissolo Vermelho distrófico plintico (endocconcrecionário) + Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico ambos A moderado textura média/argilosa relevo plano
- PACd1 - Argissolo Acinzentado distrófico típico (gleico) A moderado textura média/argilosa relevo plano
- SXd1 - Associação: Planossolo Háptico distrófico gleissólico + Gleissolo Háptico Ta distrófico típico ambos A moderado textura média/argilosa relevo plano (solos mal drenados)
- GXbd1 - Gleissolo Háptico Tb distrófico típico A moderado textura média/argilosa relevo plano. Inclusão: Gleissolo Melânico Tb distrófico típico hor. histico textura média/argilosa relevo plano
- GXbe1 - Associação: Gleissolo Háptico Ta distrófico típico + Planossolo Háptico distrófico gleissólico ambos A moderado textura média/argilosa relevo plano (solos muito mal drenados)
- RYbd1 - Neossolo Flúvico distrófico típico A moderado textura média relevo plano
- Rios, lagoas e áreas de reserva forestal

0 375 750 1,500 2,250 3,000
Metros

UTM - WGS 84 - Zona 19N
Deforsa - San Carlos
Venezuela

Autores:
João Carlos Ker
Thiago Torres Costa Pereira

ANEXOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Anexo A

Presentación General



Foto 1. Entrada de la finca DEFORSA y vialidad..



Foto 2. Central.

Foto 3. Comedor.



Foto 4. Servicios médicos.



Foto 5. Estacionamiento.



Anexo B

Unidades de uso, manejo y aprovechamiento



Foto 6. Agricultura.



Foto 7. Pastizal.



Foto 9. Silvopastoril con acacia.



Foto 8. Pasto de corte.



Foto 10. Silvopastoril con eucalipto a alta densidad con ganadería.

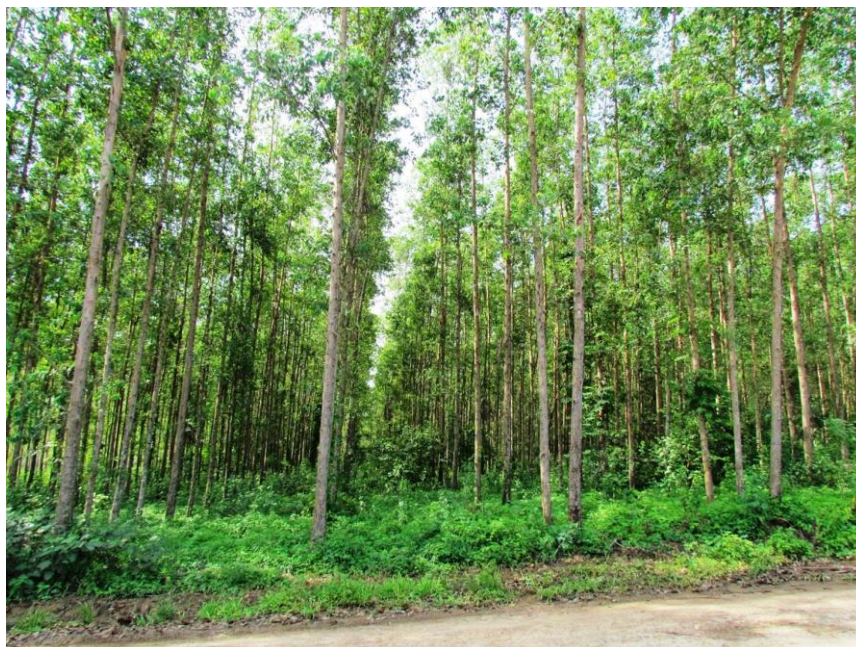


Foto 11. Silvopastoril con eucalipto a alta densidad.



Foto 12. Silvopastoril con eucalipto a baja densidad con bovino.



Foto 13. Silvopastoril con eucalipto a baja densidad con búfalos.



Foto 14. Cuerpos de agua

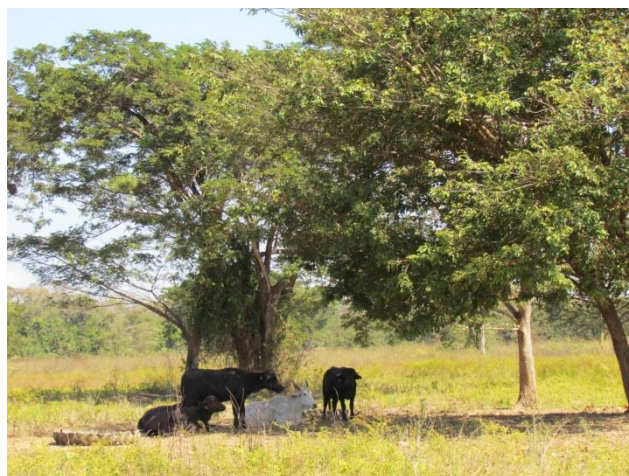


Foto 15. Sabanas



Foto 16. Bosque medio denso



Foto 17. Bosque medio medio denso



Foto 18. Bosque bajo medio denso



Foto 19. Bosque bajo ralo



Foto 20. Agroforestal (*Eucalyptus* sp + *Coffea arabica*).



Foto 21. Agrosilvopastoral (*Eucalyptus* sp + *Oriza sativa*) + ganadería.



Foto 22. *Eucalyptus* sp



Foto 23. Flor del eucalipto.



Foto 24. Fruto del eucalipto.



Foto 25. *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

Anexo C

Vivero e investigación forestal



Foto 26. Siembra de clones.



Foto 27. Vista panorámica del invernadero.



Foto 28. Planta de eucalipto óptima para la siembra (Cortesía DEFORSA).

Anexo D

Preparación de suelos



Foto 29. Uno o dos pases de rastra solo por el hilo.



Foto 30. Utilización de equipo multifuncional (subsolador del suelo, fertilización y loma).

Anexo E

Plantación



Foto 31. Equipo de aspersión (izquierda) y equipo múltiple de siembra (derecha).



Foto 32. Siembra mecanizada (Prepara la tierra, fertiliza y trasplanta). Cortesía DEFORSA.



Foto 33. Siembra manual

Anexo F

Mantenimiento



Foto 34. Fertilización mecánica con trompo .
Con salidas dirigidas. Cortesía DEFORSA.



Foto 35. Control de malezas químico solo por el hilo.



Foto 36. Control de malezas mecánico con rotativa por la calle.

Anexo G

Prevención y control de incendios



Foto 37. Reloj que indica a todo el persona el Grado de peligro de incendio.



Foto 38. Mapa de triangulación de la Torre 1 para ubicar el fuego o el humo.



Foto 39. Camión de bomberos.



Foto 40. Tornado.

Anexo H

Cosecha forestal



Foto 41. Cosecha mecánica con equipo de alta tecnología



Foto 42. Cosecha Harvester John Deere.



Foto 43. Transporte de la madera para pulpa.

Anexo I

Instalaciones ganaderas



Foto 44. Quiebra patas. Cercas vivas y eléctricas.



Foto 45. Corrales para ordeño.

Anexo J

Apicultura



Foto 46. Colmenas de abejas para la producción de miel.



Foto 47. Miel procesada de eucalipto.

Anexo K

Hábitats



Foto 48. Hábitat cuerpos de agua o zona de inundación.



Foto 49. Hábitat de Galeras.



Foto 50. Bosque natural.



Foto 51. Hábitat de Sabana.



Foto 52. Hábitat del Bosque plantado de eucalipto.

Anexo L

Fauna silvestre



Foto 53. Herbívoros (*Hydrochaeris hydrochaeris*).



Foto 55. Mochuelos de hoyo (*Athene cunicularia*).



Foto 54. Pitirrí chicharrero (*Tytanus melancholicus*)
Ave (migratorio).



Foto 56. Reptil: Anaconda (*Epicrates murinus*).



Foto 57. Chenchenas en el bosque natural (*Opisthocomus hoazin*).



Foto 58. Gran carnívoro. *Panthera onca*. Cortesía DEFORSA.

Anexo M

Curiosidades



Foto 59. Hojarasca en las galeras.



Foto 60. Playero solitario (*Tringa solitaria*). Ave migratoria.



Foto 61. Disfrute de los búfalos en las lagunas.



Foto 62. Águila pescadora (*Pandion haliaetus*). Ave migratoria.



Foto 63. Baba (*Caiman crocodilus*).



Foto 64. Hábitat del venado (*Odocoileus virginianus*).



Foto 65. Presencia de hojarasca en los suelos de l bosque plantado.



Foto 66. Presencia de lirios entre el eucaliptal.



Foto 67. Algunos ensayos con maní forrajero (*Arachis pintoi*) como aporte biológico de nitrógeno al suelo.



Foto 68. Presencia de leguminosas naturales en plantación (*Calopogonium muconoides*).



Foto 69. Sistema agrosilvopastoril con árboles diferentes al eucalipto.



Foto 70. Sistema silvopastoril de baja densidad con árboles diferentes al eucalipto.



Foto 71. Relación interespecífica de mutualismo. Garza reznera (*Bubulcus ibis*) comiendo garrapatas del búfalo (*Bubalus bubalis*).



Foto 72. Relación interespecífica de mutualismo. Atrapamosca jinete (*Machetomis rixosis*) sobre el búfalo (*Bubalus bubalis*).



Foto 73. Plintossolo Háplico distrófico típico. Mapa 20: clase IV y Mapa 21: FXd1
Fuente: Ker y Costa (2013).



Foto 74. Plintossolo Háplico distrófico típico. Mapa 20: Clase III y Mapa 21 FXd2.
Fuente: Ker y Costa (2013).



Foto 75. Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico. Mapa 20: Clase III y Mapa 21: PVAd5.
Fuente: Ker y Costa (2013).



Foto 76. Gleissolo Háplico Tb distrófico típico com problemas de drenaje.
Fuente: Ker y Costa (2013).

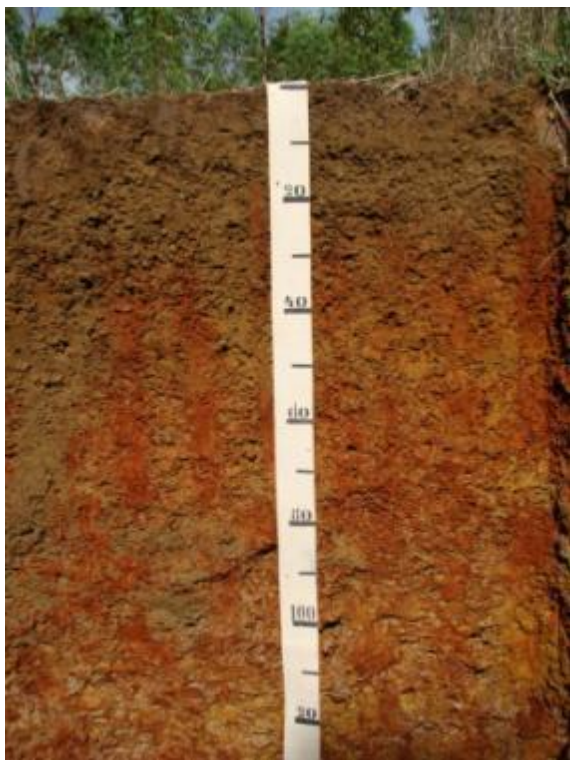


Foto 77. Plintossolo Pétrico concrecionário típico.
Fuente: Ker y Costa (2013).



Foto 78. Plintossolo Pétrico concrecionário típico.
Fuente: Ker y Costa (2013).



Foto 79. Argissolo Vermelho distrófico latossólico.
Fuente: Ker y Costa (2013).



Foto 80. Argissolo Vermelho distrófico abrupto.
Fuente: Ker y Costa (2013).

Anexo N

Señalización y normas de seguridad



Foto 81. Punto de concentración en caso de emergencia.



Foto 82. Normas de peligro, normas de uso obligatorio y normas de prohibición.



Foto 83. Normativas en el área de vivero.



Foto 84. Norma de precaución.



Foto 85. Uso de equipo adecuado en labores de fumigación con productos agrotóxicos.

Anexo Ñ

Responsabilidad social (Educativa, Ambiental y Social)



Foto 86. Responsabilidad social. Charlas educativas y obsequios. Cortesía DEFORSA.



Foto 87. Responsabilidad social educativa. Cortesía DEFORSA.



Foto 88. Responsabilidad social Educativa. Talleres varios en las escuelas. Cortesía DEFORSA.



Foto 89. Responsabilidad social Ambiental. Visita y recorrido de campo con estudiantes de la UNELLEZ (Licenciatura en Educación. Mención Biología y Maestría en Educación Ambiental).



Foto 90. Responsabilidad social. Acondicionamiento de la vía. Cortesía DEFORSA.

Anexo O

Productos final obtenido (madera o materia prima)



Foto 91. Madera para carbón . Cortesía DEFORSA.



Foto 92. Carbón vegetal del bosque plantado de eucalipto (procesado por cooperativas en el estado Cojedes).

Anexo P

Productos final obtenido (procesado en PAVECA)



Foto 93. Papel higiénico. Cortesía DEFORSA.



Foto 94. Servilletas. Cortesía DEFORSA.



Foto 95. Toallas. Cortesía DEFORSA.

Anexo Q

La evidencia



Foto 96. Parte del equipo y colaboradores de la Fundación Científica *Ara macao*.



Foto 97. Equipo del Doctorado en Ambiente y Desarrollo.



Foto 99. Acompañamiento en las labores del personal.



Foto 98. Levantando la información.



Foto 100. Talleres con personal en la construcción y validación de indicadores de sustentabilidad.



Foto 101. Momento para evaluar la sustentabilidad.



Foto 102. Conversatorio.



Foto 103. Presentación de resultados en DEFORSA.