



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA DE GEOGRAFÍA**

**Propuesta de una zonificación geográfica para una finca
ganadera semiintensiva: el caso de la finca el Ceibo S.A.,
San Jorge, los Chiles, Costa Rica**

**Trabajo final de graduación, modalidad tesis,
para optar al grado de licenciatura en Geografía**

María Victoria Arce Anchía

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2011

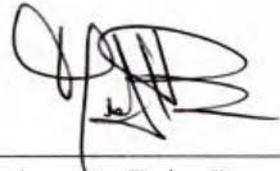
Miembros del Tribunal Examinador

Esta tesis fue presentada el 3 de agosto del 2011 en la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, como requisito fundamental para optar por el Grado de Licenciatura en Geografía, ante los siguientes miembros del Tribunal Examinador:



Dr. Víctor Manuel Cortés Granados
Director

Luis Guillermo Artavia Rodríguez
MSc. Guillermo Artavia Rodríguez
Lector



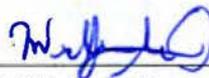
MSc. Augusto Rojas Bourrillón
Lector



Dr. William Zúñiga Venegas
Representante del Director de la
Escuela de Geografía



Dr. Gilbert Vargas Ulate
Representante del Decano de la
Facultad de Ciencias Sociales



María Victoria Arce Anchía
Sustentante

Dedicatoria

*A la Santísima Trinidad por la fortaleza, apoyo y
sabiduría que me brindaron en la elaboración de
este proyecto y durante toda mi carrera*

*Tú, Señor eres mi todo,
Tú me colmas de bendiciones;
mi vida está en tus manos
Sal.16,5*

Agradecimientos

Agradezco de todo corazón a los profesores que colaboraron y creyeron en mi proyecto ganadero; primeramente a mi director de tesis, el profesor Víctor Cortés, por confiar en la escala de finca y apoyarme como profesional para lograr este sueño. A mi lector, el profesor Guillermo Artavia, por su anuencia en colaborarme en el proyecto y por apoyarme en la redacción de esta investigación. Y un agradecimiento muy especial a un verdadero profesor que, sin conocerme, le dije sí a esta investigación en el año 2009 y, desde entonces, lo molesté en su oficina ubicada en la Escuela de Zootecnia de la UCR: el Ing. Augusto Rojas.

A mi familia, por confiar en que podía realizar un trabajo digno en nuestro tesoro familiar, legado del mejor papá del mundo. Mi padre, el Sr. Pastor Arce Campos, hombre de entrega, y ejemplo invaluable, que sin duda alguna fue mi principal colaborador en mis trabajos de campo y, a la vez, un gran alumno, por cuestionarme los métodos de recolección de información. Todo este proyecto es un símbolo de honor al reconocimiento de este hombre que me dio la vida y me sembró el amor por la naturaleza y la ganadería. Gracias, papi.

A mi mamá, por ser la mejor amiga de estudio, por estar siempre pendiente de mí y escuchar mis dudas con respecto a este trabajo, por alentarme a hacer las cosas y ponerme en sus oraciones, y por apoyarme siempre que creí que no podía más. Gracias, mami.

A mi hermana Eidis, porque desde la escuela me ayudó a sacar adelante el estudio y nunca me dijo que no a tantos favores que le pedí. Todo el apoyo en cálculos matemáticos, en trabajo de campo, en mandados de la tesis, en contestarme preguntas a cualquier hora del día, en los consejos esperanzadores y en hacer siempre el mejor papel de hermana para mí.

A mis hermanos Mauro y Juan, por ayudarme cuando necesité su ayuda; a Maurin, por los mandados con las muestras de suelo que jalé tantas veces y en los trabajos de campo que pudo colaborarme. A mi primo Rodrigo, que me ayudó a imprimir borradores, cuando yo no podía. Muchas gracias.

A tantos compañeros de la U, como la generación de Geografía que llevó el curso de Suelos en el año 2009, en especial a Óscar Barrientos, que me ayudó en las muchas preguntas que le hice para varios procedimientos de laboratorio.

A los geógrafos: Cindy Castro, por la manita que me dio en el trabajo de las fotos aéreas para mi tesis; Juan Carlos Zamora, que me colaboró en muchas preguntas técnicas y otras dudas que necesite que me evacuara; Johan, por brindarme su faceta de diseñador gráfico, con el perfil de la estructura boscosa. Gracias, amigos. También agradezco al profesor Rafael Arce, por su colaboración con el GPS, la capacitación que me dio y todas las dudas que me aclaró.

Al mejor amigo de todos, el señor Melvin Lizano, por su disponibilidad de hacer favores, en especial por ayudarme con todas las dudas que tuve desde el inicio de este proyecto hasta semanas antes de defenderlo. Gracias por ser mi asesor técnico.

A mis amigas Adina y Natalia, por el apoyo anímico y disponibilidad de ayudarme siempre. Les agradezco mucho.

Un especial agradecimiento a mi colega y amigo el Lic. Luis Artavia Viquez, por todo el apoyo cartográfico, de campo, de redacción, de ideas y análisis crítico que me brindó en este proyecto, y por “jalarme las orejas” para que terminara rápido, por no descansar de ayudarme y ofrecerme su ayuda. Gracias, mi amor.

A mi otro asesor en materia de ganadería y pasturas, mi compañero del colegio y hoy ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional, mi gran amigo Marvin Oviedo. Gracias de todo corazón por todas las asesorías que me diste, las llamadas a deshoras, las idas a tu casa, la ayuda en las muestras de pastos y el material que me facilitaste.

Gracias también a dos personas que no tuve el placer de conocer más después del único día que las traté: la Ing. Beatriz Cáceres, estudiante del profesor Augusto Rojas, quien me dio la oportunidad de hacer un muestreo de pasturas con ella, para aprender el procedimiento en campo; y el geógrafo de la Universidad Nacional, el M.Sc. José Pablo, por contestarme varias preguntas que le formulé en materia de paisaje y fragmentación. Gracias a ambos por la paciencia y solidaridad.

Al señor Ronald Solórzano, compañero de mi papá en los trabajos de la finca. Gracias por ayudarme en la identificación de los árboles y en el respectivo trabajo de campo.

A los compañeros de la Maestría de SIG y TD de la generación 2010. Gracias por ayudarme con los cursos en el primer semestre 2011, en especial al Geóg. Néstor Córdoba, por los mensajes de aliento y porras, así como por los contactos que me brindó. Al ingeniero forestal David Espinoza, por ayudarme en la identificación de las especies de árboles, y a Luis Andrés, Juan Carlos, Pol, Eduardo, Celeste y Raquel, por ayudarme con los trabajos en ese semestre.

Un agradecimiento muy especial a mi jefatura del Área de Gestión Técnica de la Dirección de Inspección, de la Caja Costarricense del Seguro Social, a la Licda. Marta Ángulo Castro, por el apoyo que me dio con los permisos que le solicité, pues sin su comprensión no hubiera podido cumplir con la entrega de este proyecto. Que Dios la bendiga y le llene la vida de gozo y paz, a ella y a su familia.

TABLA DE CONTENIDOS	PÁGINA
Tribunal examinador	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Acrónimos	xv
Glosario	xvi
Resumen	xvii
CAPÍTULO I. ÁREA DE ESTUDIO	1
1.1.Introducción	1
1.2.Antecedentes de la ganadería en la finca El Ceibo	2
1.3.Caracterización general de la finca El Ceibo	4
1.4.Problema de estudio	13
1.5.Justificación	14
1.6.Objetivos	17
1.7.Marco teórico	17
1.7.1. La finca ganadera, como unidad biofísica	17
1.7.2.La actividad ganadera: un foco de estudio de la geografía	20
1.7.3.Sostenibilidad y zonificación	23
1.7.4.Sistemas silvopastoriles	26
1.7.5.Ecología del paisaje	27
1.8. Metodología	34
1.8.1.Diagnóstico biofísico de la finca	35
1.8.2.Zonificación agroecológica	42
1.8.3.Costo beneficio bioespacial	49
CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO	51
2.1. Paisaje agropecuario en un tramo de la ruta nacional nº35	51
2.2. Agrosistema de la finca El Ceibo	57

2.2.1. El suelo y su relevancia física en el agrosistema ganadero	66
2.2.2. Las rutas de más pisoteo ganadero en la finca	69
2.2.3. Distribución espacial del hato ganadero	72
2.2.4. Importancia ecológica de los árboles dispersos en la finca ganadera	73
Índice de valor de importancia en dos potreros de la finca	74
Comportamiento espacial de los árboles dispersos	80
Beneficios de los árboles dispersos	84
2.2.5. Distribución y relación geográfica de las formaciones arbóreas	85
Cercas vivas	85
Cobertura boscosa	88
2.2.6. Distribución de la red hídrica en el agrosistema	94
CAPÍTULO III. ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA Y EL COSTO BENEFICIO DE IMPLEMENTARLA	99
3.1 . Los factores de la zonificación agroecológica	102
3.1.1. Factores delimitadores de la actividad ganadera	102
Estimación de la disponibilidad de pasturas	103
Evaluación de la capacidad de pastoreo estimado (CPE)	108
Distribución de la red hídrica, cercas vivas y manchas boscosas	111
3.1.2. Factores determinantes para el uso propuesto de la tierra	112
Uso actual de la tierra y la distribución de las manchas boscosas	114
Clasificación de las pendientes en la finca el Ceibo	119
3.2 . Usos propuestos de la tierra	121
3.2.1. Para reforestación	121
3.2.2. Para bancos forrajeros	124
3.3 . Implicaciones bioespaciales de nuevas coberturas	129
3.3.1. Implicaciones ganaderas	129
3.3.2. Implicaciones biológicas	129
3.3.3. Implicaciones económicas	130

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	140
APÉNDICES	153
Apéndice 1. Datos climáticos de la Estación Comando Los Chiles, año 2008 y 2009	154
Apéndice 2. Datos climáticos de la Estación Comando Los Chiles, para el período 1995 a 2010	155
Apéndice 3. Estimación de carga animal y capacidad de pastoreo estimado (CPE).	156
Apéndice 4. Transformación de categoría animal a unidad animal (UA)	158
Apéndice 5. Porcentaje textural del suelo y la compactación respectiva	159
Apéndice 6. Árboles dispersos en la finca El Ceibo	160
Apéndice 7. Características de cercas vivas	162
Apéndice 8. Características de las pasturas	164
Apéndice 9. Muestreo de pasturas	165
Apéndice 10. Fórmulas de disponibilidad de pasturas	166

NÚMERO	ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	PÁGINA
Fotografía 1.	Relieve modelado por eventos hidrológicos	8
Fotografía 2.	Topografía escalonada en el potrero Adentro del Río	9
Fotografía 3.	Relieves cóncavos son ambientes de ciénaga	11
Fotografía 4.	Relieve convexo en el potrero Adentro del Río	12
Fotografía 5.	Altiplano localizado en el potrero Ojoche	12
Fotografía 6.	Borde permeable en la isla boscosa El Ojoche	32
Fotografía 7.	Borde semi-permeable, son cercas vivas	32
Fotografía 8.	Penetrómetro, instrumento para medir la compactación (kg/cm ²)	37
Fotografía 9.	Cilindro metálico para extraer muestras del suelo	38
Fotografía 10.	Marco de referencia para las muestras de pasturas	43
Fotografía 11.	Laguna ubicada en las cercanías del poblado Santa Rosa de Pocosol	54
Fotografía 12.	Desbordamiento del río Chimurría, en la finca el Ceibo	55
Fotografía 13.	Canal construido para dragar terrenos inundados en áreas llanas.	56
Fotografía 14.	Suelo franco arcilloso, con presencia de motas grises, localizado en la ciénaga del potrero Llano de la Casa	64
Fotografía 15.	Mantillo de hojarasca, generada por el árbol de Guaba (<i>Inga Spectabilis</i>)	66
Fotografía 16.	Suelo arcilloso desprovisto de vegetación, conformado en bloques en la estación seca de enero a abril	67
Fotografía 17.	Suelo desnudo en el potrero Los Lomillos, con una permeabilidad lenta, menos de 1cm/h	67
Fotografía 18.	Árbol de cenízaro (<i>Samanea saman</i>) protegido por un tronco seco	81
Fotografía 19.	Distribución de los árboles de Laurel (<i>Cordia alliodora</i>) en las inmediaciones del bosque de galería Divisor	81
Fotografía 20.	Árbol seco, hospedero del pájaro carpintero	82
Fotografía 21.	Especies arbóreas que brindan sombra al ganado en el potrero Adolfo	83

NÚMERO	Continuación del índice de fotografías	PÁGINA
Fotografía 22.	Cercas vivas de Madero Negro, conectores de islas boscosas	86
Fotografía 23.	Laguna estacional con forma de herradura	96
Fotografía 24.	Laguna estacional con forma de lengua	97
Fotografía 25.	Laguna estacional formada en una depresión topográfica	98

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Localización del área de estudio, finca El Ceibo	5
Mapa 2.	Modelo de elevación del terreno	10
Mapa 3.	Paisaje agropecuario en la ruta nacional n.º 35	53
Mapa 4.	Distribución espacial de los potreros	60
Mapa 5.	Mapa de rutas de pisoteo animal	70
Mapa 6.	Distribución espacial de las especies arbóreas en el apartado Llano Grande	75
Mapa 7.	Distribución espacial de las especies arbóreas en el apartado Las 40	78
Mapa 8.	Distribución espacial de cercas vivas	87
Mapa 9.	Distribución de las manchas boscosas en la finca El Ceibo	90
Mapa 10.	Hidrografía de la finca El Ceibo	95
Mapa 11.	Distribución de la altura del pasto en el potrero Llanito	105
Mapa 12.	Distribución de la altura del pasto en el potrero Fernando	106
Mapa 13.	Distribución espacial de los apartos propuestos	113
Mapa 14.	Distancia entre manchas boscosas, como indicador de fragilidad en la conectividad	115
Mapa 15.	Pendientes de la finca El Ceibo	120
Mapa 16.	Distribución de la propuesta de zonificación agroecológica	127

NÚMERO	ÍNDICE DE CUADROS	PÁGINA
Cuadro 1.	Matriz para el uso de la tierra agrícola, según grado de pendiente	48
Cuadro 2.	Descripción de los apartos por unidad animal (UA), superficie de área y sistema de pastoreo	61
Cuadro 3.	Deficiencias ambientales producto del manejo de la actividad ganadera en la finca El Ceibo	100
Cuadro 4.	Deficiencias en el manejo ganadero en la finca el Ceibo	101
Cuadro 5.	Matriz de estimación de la máxima capacidad de carga animal	108
Cuadro 6.	Recomendación general para la división de apartos	110
Cuadro 7.	Propuesta de división de apartos	111
Cuadro 8.	Materia seca disponible en las actuales cercas vivas	116
Cuadro 9.	Materia seca disponible en las nuevas cercas vivas	117
Cuadro 10.	Usos de la tierra en la finca El Ceibo	128
Cuadro 11.	Costos para 2592 m de cercas vivas	131
Cuadro 12.	Costos en la protección de perímetros para nuevas coberturas	132
Cuadro 13.	Costos en la implementación del banco forrajero	132
Cuadro 14.	Cálculos del costo de madera, según Organización Nacional de Reforestación, 2009	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Régimen de lluvias de la Estación Comando Los Chiles	6
Figura 2.	Una matriz paisajística, si presenta condiciones óptimas, puede presentar accesibilidad de flujos de una mancha a otra.	30
Figura 3.	La geometría de las manchas boscosas, influye en las condiciones de habitabilidad dentro de estos hábitats.	30
Figura 4.	La existencia de trampolines entre manchas, aumenta la calidad de los enlaces y contribuye con la conectividad de hábitats.	32

NÚMERO	Continuación del índice de figuras	PÁGINA
Figura 5.	Los corredores biológicos al ser hábitats lineales, mantienen una conexión más eficaz entre manchas boscosas.	32
Figura 6.	La red hídrica es un ejemplo de barrera biológica	33
Figura 7.	Uso de la tierra en la Región Huetar Norte de Costa Rica, 2005	52
Figura 8.	Diagrama del agrosistema de la finca El Ceibo.	58
Figura 9.	Alturas de pasturas según la especie de gramínea (Ratana y Tanner)	65
Figura 10.	Compactación del suelo en la finca El Ceibo	68
Figura 11.	Índice de valor de importancia, en el potrero Llano Grande	76
Figura 12.	Índice de valor de importancia, en el potrero Las 40	79
Figura 13.	Estructura idealizada del interior del bosque en La Isla Central	91
Figura 14.	Esquema para obtener una zonificación agroecológica en fincas ganaderas semiintensivas	103
Figura 15.	Diseño de propuesta para las nuevas cercas vivas	118
Figura 16.	Diseño de propuesta de banco forrajero	125

Acrónimos

BIT: Banco Interamericano

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CORFOGA: Corporación Ganadera

FAO: Siglas en inglés de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura

GTZ: Siglas en alemán de Agencia Alemana para la Cooperación Técnica

IDA: Instituto de Desarrollo Agrario

IMN: Instituto Meteorológico Nacional

INEC: Instituto de Estadística y Censos

ITCO: Instituto de Tierras y Colonización

MAG: Ministerio de Ganadería

PRCR: Programa de Regularización, Catastro y Registro

SEPSA: Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria

UPA: Unión de Pequeños Agricultores

ZAE: Zonificación agroecológica

Glosario

Aparto: es el área donde pastorea un grupo de animales, también conocido como potrero y delimitado por cercas vivas o ríos.

Arreo: Acción de juntar el hato de ganado, para ser arriado o trasladado hacia un destino específico.

Forraje: alimento verde para consumo animal, sean gramíneas o leguminosas.

Hato: se refiere a un grupo de ganado o a un lote de ganado. Se usa para hacer referencia a un grupo específico de ganado, sea hembras, machos, cría, desarrollo o engorde, dependiendo de la producción ganadera. También se refiere a todas las cabezas de ganado de un propietario específico.

Materia verde: las pasturas están compuestas en promedio por un 80% de agua, por lo cual se las denomina materia verde, haciendo alusión al pasto fresco.

Materia seca: es el pasto sin ese contenido de agua, un pasto seco.

Palatabilidad: el gusto del ganado por comer un alimento, es decir, si el alimento le resulta rico.

Ramonear: es la acción de ramoneo, es decir, es cuando un cultivo esta a una altura aceptable para que el ganado lo consuma directamente de la planta, de manera que el ganado lo puede ramonear.

Unidad Animal: es la equivalencia a través del peso (kg), para comparar un animal con otro. Cada bovino, sea este toro, vaca, ternero o novillo, tiene su equivalencia en el peso, las cuales se indican en el apéndice 4.

Resumen

La geografía como ciencia integracionista, presenta en este documento un análisis geográfico- paisajístico a escala de finca, que da lineamientos en el ordenamiento territorial de paisajes ganaderos. Estos lineamientos deben considerar, que la ganadería es una actividad con distintas formas de explotación, cada una de las cuales tiene sus pros y contras en el ambiente. En el caso de estudio, la finca el Ceibo, tiene un desarrollo de ganadería de carne, semi-intensivo, donde el ganado se alimenta primordialmente de pasturas y permanece sobre potreros, con tiempos de descanso y ocupación determinados.

Lo anterior forma parte de la dinámica ganadera que conviene entender, para diseñar planes de ordenamiento territorial, particularmente porque el análisis sobre esta dinámica, debe enfocarse a escala de finca, puesto que la modalidad de explotación ganadera es distinta en cada unidad antrópica, principalmente, cuando la actividad es lechera o cárnica.

La propuesta de zonificación requirió hacer un diagnóstico biofísico para analizar el agrosistema de esta finca, otorgando importancia a la distribución espacial de los elementos que el ser humano necesita para el desarrollo de la actividad ganadera, como son: el ganado, las pasturas, las manchas boscosas y la red hídrica.

La propuesta geográfica, resultó de un análisis integral entre la distribución espacial de los anteriores elementos y los datos por la identificación de los usos de la tierra con fuerte pendiente y con fragilidad de conectividad entre manchas boscosas.

La finca el Ceibo, presentó condiciones biofísicas importantes, por las cuales se consideró diseñar la propuesta de zonificación geográfica, siendo el costo de la eventual ejecución, solventado a partir del aprovechamiento sostenible de los recursos de la finca.

CAPÍTULO I. ÁREA DE ESTUDIO

1.1 Introducción

Esta investigación surgió con el propósito de analizar la ganadería como una actividad que presenta aptitudes para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, la durabilidad de esta depende de la sostenibilidad, vinculada con una adecuada planificación, que vele por la conservación de los recursos (suelo, vegetación, agua), sostén de esta y otras actividades agrícolas.

La ganadería tiene la ventaja, sobre otras actividades agrícolas, de mantener vida silvestre y conservar ecosistemas que brinden hábitats a especies de flora y fauna, debido a las condiciones paisajísticas que presenta.

Estos paisajes ganaderos en Costa Rica varían de una región a otra. Los ubicados en las regiones Chorotega y Pacífico Central tienden a emplear un sistema de pastoreo extensivo. Son zonas de topografía llana, con poca densidad arbórea y con una producción mayormente de carne, al igual que las regiones Brunca y Atlántica; esto último repercute en las razas ganaderas utilizadas en estos sitios, como por ejemplo las razas Brahman, Nelore o Indo Brasil.

La ganadería de la Región Central se caracteriza por la producción lechera; se desarrolla en topografía más irregular y con sistemas de pastoreo rotativo. Particularmente, las zonas lecheras son de clima frío; por ejemplo, la zona de Coronado, el sector norte de Heredia, como Sacramento en Barva o San Isidro, y las laderas de los volcanes Turrialba e Irazú en la parte norte de Cartago. Estas condiciones se repiten en pueblos como Zarcero y

Monteverde, que de igual manera presentan condiciones para la actividad lechera; en este caso, las razas más usadas son la Jersey y la Holstein.

Finalmente, la Región Huetar Norte, zona donde se desarrolla esta investigación, es la de mayor importancia ganadera del país, es de doble propósito, con una producción lechera y ganadería de carne. Cuenta con la mayor población bovina, para un total de 400 924 individuos, para el año 2000. Además aporta el 25,7% de fincas ganaderas en el territorio nacional, es decir, de las 38 365 fincas en el país, 9870 pertenecían a esta región (CORFOGA, 2006).

La viabilidad de una actividad ganadera centrada en planes de protección de la biodiversidad, se justifica y se apoya en teorías paisajísticas y en un ordenamiento territorial que, ante todo, vele por la productividad y el rendimiento de la producción ganadera. Esto se convierte en la guía de este trabajo de investigación, llevado a cabo en la finca El Ceibo, ubicada en San Jorge de Los Chiles, Alajuela, Costa Rica.

1.2 Antecedentes de la ganadería en la finca El Ceibo

La actividad ganadera en Costa Rica tiene sus raíces en la Colonia (Solís, 1990). No obstante, es a mediados del siglo XX (1950) cuando esta actividad toma fuerza. Se evidencian cambios en el uso de la tierra, al pasar de zonas boscosas a pasturas, así como en la aparición de nuevos asentamientos y en el incremento del tamaño del hato.

Arronis (2003) atribuye esta expansión a dos situaciones históricas: a) una frontera agrícola en expansión, debido a la disponibilidad de tierra a bajo costo en las décadas de los años 60 y 70, lo cual facilita el crecimiento del área de pastos y del hato, que pasó de un millón de cabezas de ganado en 1963 a 2,3 millones en 1983; y b) una política crediticia de subsidio

de parte del sistema bancario nacional, al productor agropecuario, con intereses bajos y de fácil acceso.

Es este contexto, donde encuentran los cimientos de la finca ganadera El Ceibo, S.A. (unidad de estudio de la presente investigación); que al igual que muchas otras fincas de la zona, tuvo su génesis en el proyecto de colonización en la Zona Norte dirigido por el Instituto de Tierras y Colonización (ITCO), hoy Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), que impulsaba un plan de desarrollo agrario, por ser la institución encargada de resolver las necesidades de disponibilidad de tierra para la producción.

Este plan tenía por objetivo asentar a un número significativo de campesinos en terrenos vírgenes por medio del parcelamiento de tierras, pues en el país se estaba viviendo una crisis socioeconómica, producto de los bajos precios del café y del acelerado crecimiento poblacional en 1950. Por ello, el Gobierno impulsó un desarrollo en el agro, principalmente en la actividad ganadera.

Esta política permitió crear nuevos asentamientos y nuevos empleos en zonas rurales. Tal situación estuvo enmarcada en la Ley n.º 2825, del 14 de octubre de 1961, llamada Ley de Tierras y Colonización (ITCO-IDA). Años más tarde, fue modificada por la Ley del Instituto de Desarrollo Agrario, n.º 6735.

La Ley de Tierras y Colonización indicó los procedimientos y requisitos para estos asentamientos; por ejemplo: a) cómo se debían administrar las parcelas de tierras, b) para qué tipo de familia y c) cuál debía ser el uso adecuado del suelo. Además, fue un apoyo a la diversificación agrícola, a la rehabilitación y mantenimiento de caminos, al desarrollo de comunidades, y permitía dar continuidad a los procesos de titulación y administración, velando por un adecuado seguimiento del proyecto (Ley n.º 2825).

Sin embargo, después de los años ochenta, el apoyo a la actividad ganadera dejó de darse, dada la necesidad de conservar el ambiente, la competencia con actividades más rentables y la desaparición de las políticas gubernamentales de incentivo a esta producción.

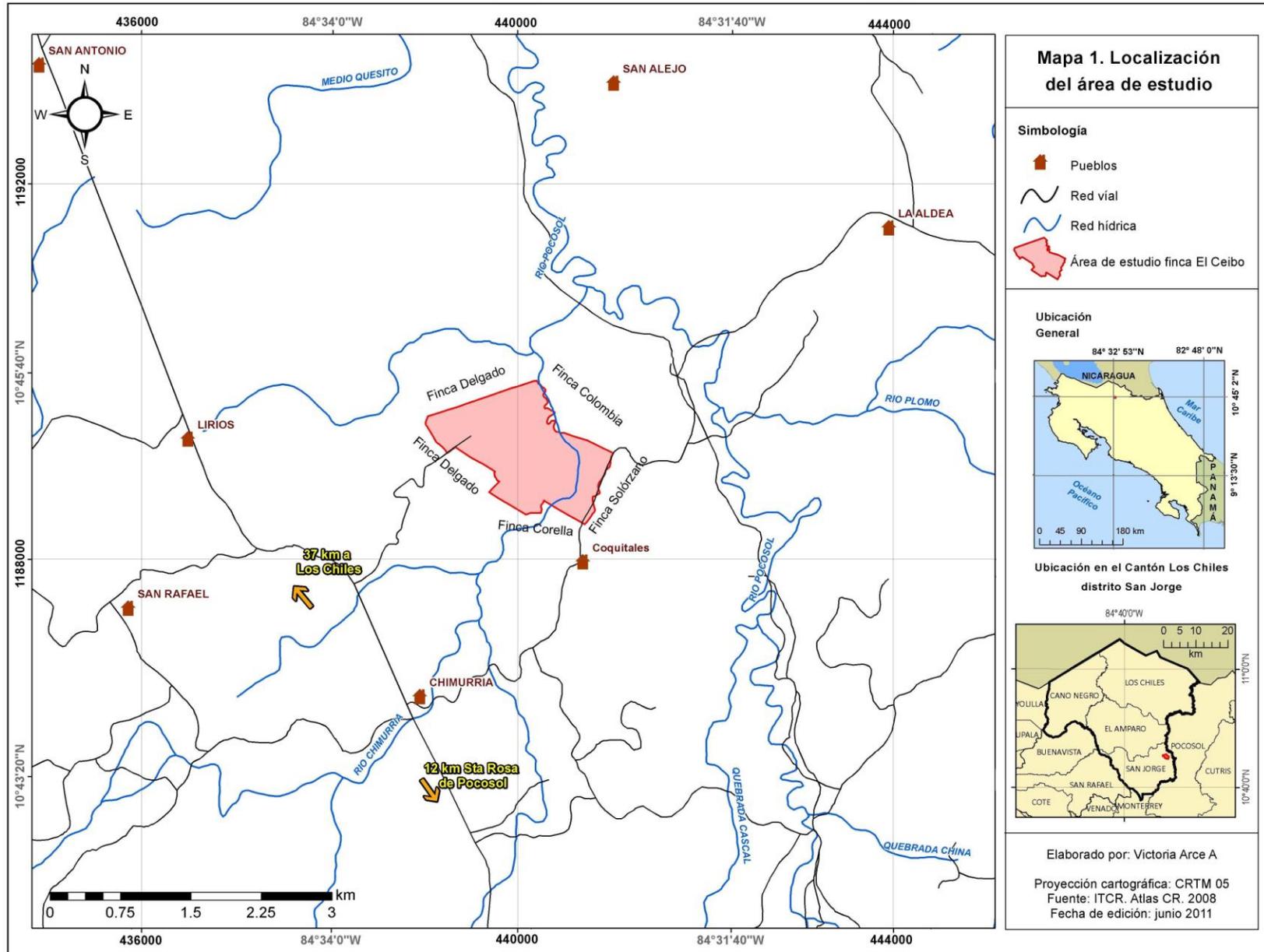
El Ceibo S. A se registró en 1976 a nombre del señor Pastor Arce Campos, dueño actual. En ese momento contó con 52 hectáreas de bosque y charral, misma cantidad que poseían otros parcelarios. En la actualidad suma 152 ha, y solo 35 ha constituyen el área boscosa.

1.3 Caracterización general de la finca El Ceibo

La ubicación geográfica de la finca ganadera El Ceibo se indica en el mapa 1, el cual la localiza en el poblado Coquitales, del distrito San Jorge, cantón Los Chiles, perteneciente geográficamente a la Región Huetar Norte de Costa Rica.

El mapa también presenta la red hídrica, la cual tiene una importante influencia en la zona de estudio, en particular por la alteración en el paisaje a causa de los desbordamientos de los ríos. Para el caso de la finca El Ceibo, el río que repite estos eventos es el Chimurría, afluente del río Pocosol, el cual afecta la actividad ganadera en las fincas cercanas a su lecho de inundación, como en el caso de las comunidades San Alejo y algunas ubicadas en La Aldea. Otros pueblos ganaderos cercanos a la finca en estudio son Los Lirios y Chimurría, donde se practica una ganadería de doble propósito: cárnica y/o lechera.

La producción de carne, en esta zona del país, se beneficia mucho del tipo de clima de esta región, por cuanto es la zona con mejor calidad forrajera del país (CORFOGA, 2006), precisamente por los regímenes de precipitación anuales, tomando en cuenta que está influenciada por los vientos del Caribe, de manera que presenta lluvias intermitentes.



El clima en Costa Rica es ecuatorial, por la presencia de dos máximas y dos mínimas de precipitación. Sin embargo, la zona norte presenta un comportamiento de clima tropical o clima ecuatorial desplazado, por tener dos estaciones definidas: una seca y otra lluviosa (Vargas, 2009).

Estas condiciones climáticas se representan en los registros de precipitación de la Estación Comando Los Chiles, ubicada aproximadamente a 35 km del área de estudio. Los promedios de precipitación señalan una estación seca de enero a abril y una estación lluviosa de mayo a diciembre; julio se destaca con la máxima de precipitación, de 267,8 mm, en tanto el mes más seco es marzo, con solo 29 mm.

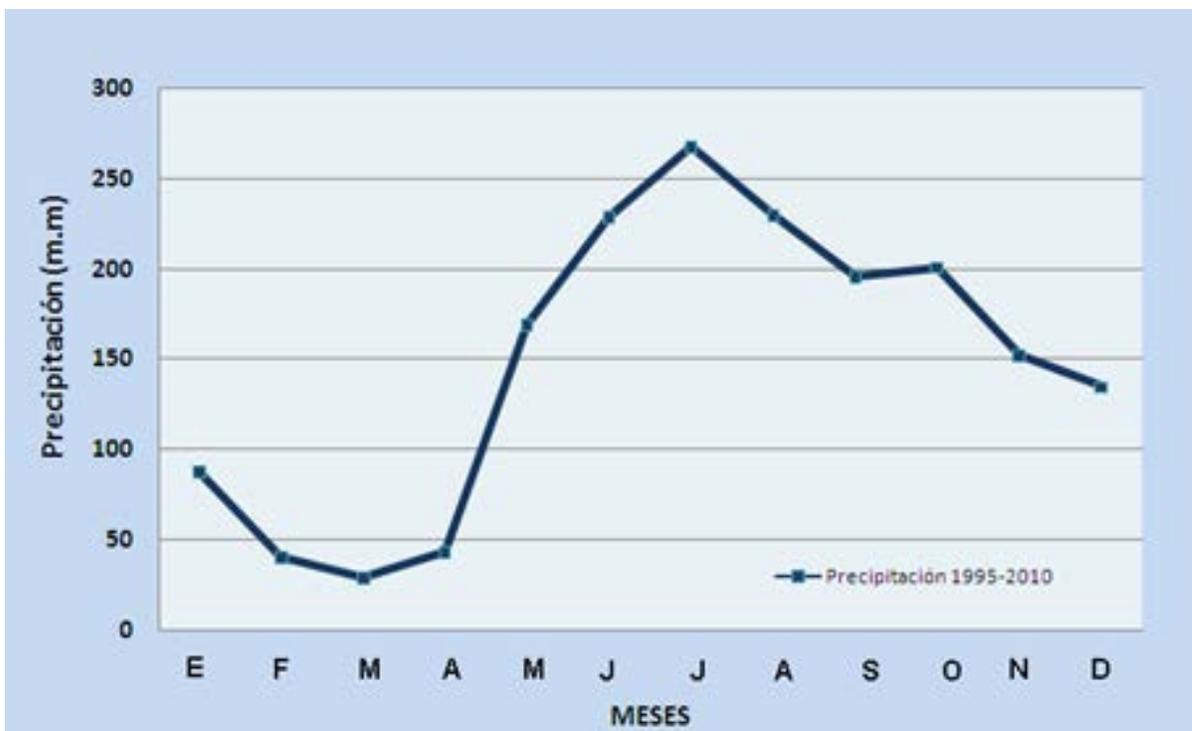


Figura 1. Régimen de lluvias para un período de quince años (1995-2010) en la Estación Comando Los Chiles, ubicada en el distrito Los Chiles ($11^{\circ}02'$, $-84^{\circ}43'$). Fuente: IMN, 2011

En este período de quince años, el promedio en los registros de precipitación muestra un acumulado anual de 1780 mm, con un promedio en la temperatura de 25,5 °C. No obstante, por la influencia de los vientos del norte, la presencia de lluvias estacionales hace variar los regímenes de lluvia; de ahí que en el 2008 la precipitación anual fue de 2029 mm y, para el 2009, de nuevo mantuvo la precipitación en el promedio inferior a 2000 mm, con registros de 1689 mm (apéndice 1).

Las condiciones climáticas en que se ubica esta finca ganadera, repercuten en la geomorfología de la finca, por lo cual el relieve, constituido por altitudes entre 50 y 95 msnm, está moldeado por procesos hidrogeomorfológicos. Este relieve se visualiza en el mapa 2 donde se observa una propiedad conformada por dos tipos de relieve: la topografía llana, que representa solo un 24% del total de la finca, con altitudes promedio de 55 msnm; y el otro sector de la finca, con un relieve multiconvexo prácticamente en el 76% del territorio, entre altitudes de 60 y 95 msnm (mapa 2).

Ambos tipos de relieve son producto de los suelos francoarcillosos de esta finca, que, unidos a la influencia de la precipitación, repercuten en los siguientes modelados en la finca:

a) Áreas de llanura: son las áreas potencialmente inundables, por la proximidad a un cauce fluvial. Estas áreas son afectadas a menudo por los desbordamientos de ríos, más aun cuando las rutas de desagüe del agua fluvial son las mismas en cada inundación, de manera que establecen “trillos topográficos”, que van erosionando el terreno, según la frecuencia de estos eventos, y forman un terreno socavado, tal como se ilustra en la fotografía 1.



Fotografía 1. Relieve modelado por eventos hidrológicos. En el caso ilustrado, el desbordamiento de la quebrada Casita, en la finca El Ceibo, provoca el desgaste físico del terreno, pues las aguas siempre desaguan por el sector señalado. Fuente: Arce Anchía, V. (mayo de 2010)

b) Áreas de topografía ondulada: debido a la textura del suelo, la infiltración es lenta. Por ello el terreno presenta geoformas, como abultamientos topográficos, ocasionados por el hinchamiento de las arcillas en estación lluviosa. Esta circunstancia genera relieves multiconvexos o escalonados, tales como los siguientes:

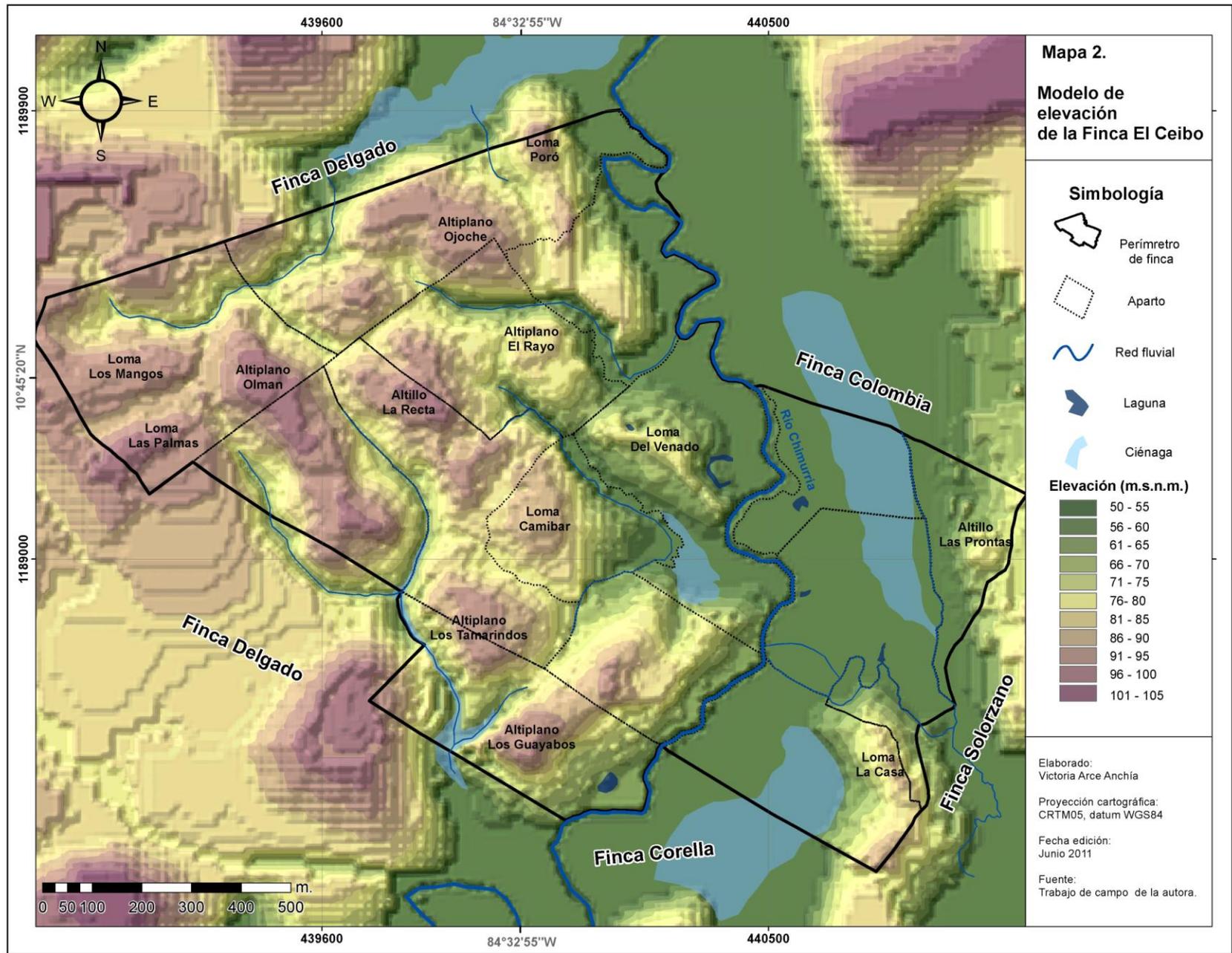
- **Topografía escalonada:** como producto del agua que absorben los suelos francoarcillosos, estos se vuelven más pesados. Por la lentitud en los procesos gravitatorios, el terreno se va desplazando a favor del sentido de la pendiente, y esto provoca el escalonado en la superficie, también llamado lóbulos de solifluxión de dimensiones métricas (Cortés, 2004) (Fotografía 2).



Fotografía 2. Topografía escalonada en el potrero Adentro del Río, cuyo relieve presenta tres “escaleras”, con tendencia a desplazarse a favor de la pendiente, producto del comportamiento arcilloso del suelo y las condiciones climáticas.
Fuente: Arce Anchía, V. (2006)

- **Formaciones cóncavas¹:** son espacios que acumulan humedad, por constituir una depresión en medio de dos vertientes (fotografía 3). Se conocen también como formación en “V”, en cuyo vértice fluyen las aguas captadas desde las lomas, para la formación de ciénagas. Tienen la ventaja biológica de que, por ser reservorios de agua, son sitios utilizados como bebederos para el ganado y especies silvestres.

¹ Un objeto cóncavo es el que presenta una curva hacia adentro en forma de “U”. Las formas de relieve cóncavas son topografías con hundimientos.





Fotografía 3. Los relieves cóncavos en esta finca suelen presentar condiciones de saturación en los suelos, por lo cual estos ambientes de ciénaga son útiles para la división de apartos, sin requerir cercas vivas. Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

- **Formaciones convexas²:** comúnmente llamadas “lomas”. En la finca de estudio, estas se elevan desde los sectores de llanura o en el caño de una quebrada y culminan en el cauce de un cuerpo de agua o en otro sector llano. Por ejemplo, en el mapa 2 se señalan la loma La Casa y la loma El Venado (fotografía 4). Además, por su naturaleza, son divisoras de agua.

² El objeto convexo presenta una curva hacia afuera. Las formas de relieve convexo son topografías con protuberancias positivas.



Fotografía 4. Relieve convexo en el potrero Adentro del Río. Es la loma El Venado. Observar mapa 2, pág. 10. Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

- **Topografía en forma de mesa:** son sectores topográficos que asemejan una mesa; es decir, son lomas que presentan una topografía suavizada, más precisamente altiplanos, cuyos bordes presentan pendientes de 20 a 30%. En el mapa 2 se identifican los altiplanos El Ojoche (fotografía 5) y Los Tamarindos.



Fotografía 5. Altiplano localizado en el potrero Ojoche. Es el más amplio de la propiedad, y se aprecia en el mapa 2. Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

Este relieve, a su vez, marca patrones en el uso de la tierra, en particular en los cañones de cauces fluviales, los cuales presentan un uso boscoso continuo y dejan sin cobertura boscosa los altiplanos o lomas, con pocas excepciones, como la loma Camíbar. Este patrón paisajístico, constituido por redes (bosque de galería y cercas vivas), islas boscosas y una matriz de pasturas arboladas, se fragmenta en trece potreros en la finca El Ceibo.

Las coberturas boscosas son ecosistemas que albergan una importante presencia de fauna, observada con mayor frecuencia en los bosques de galería; por ejemplo: perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*), mono cariblanca (*Cebus capucinus*), mono colorado (*Ateles geoffroyi*), mono congo (*Alouatta palliata*) y oso colmenero (*Tamandua mexicana*). En las cercanías de manchas boscosas, se observan los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pizotes (*Nasua narica*) e incluso las huellas de mapaches (*Procyon cancrivorus*) y de manigordos (*Leopardus pardalis*). En cuanto a la avifauna, se avistan los pericos (*Brotogeris jugularis*), loras (*Amazona autumnalis*), tucanes *Ramphastos swainsonii*, trogones (*Trogon massena*), pavones (*Penelope purpurascens*), oropéndolas (*Psarocolius decumanus*), halcones (*Caracara cheriway*) y otras rapaces.

1.4 Problema de estudio

El sistema de ganadería de producción de carne aplicado tradicionalmente en Costa Rica, ha provocado degradación ambiental y pérdida de espacios naturales. Esto ha generado deforestación, improductividad en los suelos por erosión o compactación de estos y reducción de la biodiversidad.

Si bien en el área de estudio hay áreas boscosas y se evidencia la riqueza florística y faunística, existe degradación del ambiente y se identifican los siguientes problemas:

- Frágil protección boscosa en los cauces de ríos, los cuales presentan un bosque de galería débil, con un promedio de 3 m a ambos lados del río.
- Las pendientes de más de 30% están deforestadas. Esto propicia condiciones desfavorables para el suelo de la finca, en especial en estación lluviosa, por la escorrentía que genera.
- El uso de herbicidas cerca de canales, que desaguan terrenos anegados, o quebradas desprovistas de árboles, con el fin de evitar la inversión en mano de obra para la chapia.

Por consiguiente, el sistema de ganadería presenta las siguientes deficiencias:

- En la producción forrajera, se desaprovechan las cercas vivas, pues estas se podan y no se utilizan como alimento para el ganado.
- No existe una complementación alimentaria para el ganado, ya que su dieta solo se basa en las pasturas y en suplementos minerales (sal compuesta).
- La división de apartos es inadecuada, porque no responde a ninguna justificación técnica, de manera que no se realiza una planificación eficaz del sistema de rotación de pastoreo.

1.5 Justificación

En las últimas décadas, nuestro planeta ha padecido una creciente degradación ambiental, y el suelo es quizás uno de los componentes que más la evidencian, tal como lo ejemplifica la revista *National Geographic en Español* (n.º 3, 2008): “En los países en desarrollo, la

tierra labrable se está perdiendo por la erosión y la desertificación inducidas por el hombre, lo cual afecta de forma directa la vida de 250 millones de personas...”. Además, señala que en 1991 “la humanidad había degradado casi 20 millones de km² de tierra...”.

Aunado a lo anterior, en el 2006, la FAO indicó que cerca del 70% de las tierras de pastoreo, ubicadas en las zonas áridas, poseen ya un estado de degradación, principalmente por causa del exceso de pastoreo, la compactación de la tierra y la erosión que provoca el ganado.

Para el caso de América Latina, en la producción ganadera la deforestación es intensa, aunque esta se debe, entre otras razones, a una presión económica y social, además de las condiciones climáticas, como las sequías, y la falta de conocimiento en el tema. Así lo plantean Ruiz y Febles (2006), quienes también muestran soluciones en los sistemas mejorados y bien manejados de pasturas agropastoriles y agrosilvopastoriles, como respuesta a la recuperación de tierras degradadas, por los servicios ambientales que brindan (secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad o preservación del recurso hídrico).

En Costa Rica, el Proyecto Forestal Chorotega IDA-FAO-Holanda propuso pautas de manejo integral y sostenible para la pequeña ganadería, según las condiciones ecoclimáticas y socioeconómicas de la región. Este manejo va influido por las sequías propias de la región Chorotega y por la necesidad de producción de forrajes para la alimentación bovina.

El CATIE, por su parte, es una institución que tiene diversos proyectos en el ámbito de la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Uno de ellos es el Proyecto Agroforestal CATIE/ GTZ, encargado de investigar, desarrollar y difundir sistemas de producción agroforestal para fincas pequeñas y medianas ubicadas en zonas ecológicamente amenazadas en América Central, así como de dar a la población conceptos claves, lineamientos y metodologías que esta pueda aplicar (Pezo e Ibrahim, 1999).

En el caso del área de estudio, es una finca ganadera semiintensiva, con un manejo tradicional de la producción de carne, con división de potreros, bebederos localizados en cauces de ríos, tiempos de ocupación relativamente largos y alimentación animal basada primordialmente en pasturas.

Esta investigación busca dar pautas para un ordenamiento territorial, en paisajes ganaderos, teniendo como unidad de análisis espacial a la finca. En este caso, la finca estudiada presenta condiciones biofísicas que han permitido, a través de los años, avistar una serie de especies silvestres, lo cual demuestra la viabilidad de proteger la biodiversidad en ambientes ganaderos.

Además, el patrón paisajístico de la finca cuenta con una espacialidad de vegetación arbórea, importante para el desarrollo de la actividad ganadera. Por ello, se requiere incorporar el análisis integral geográfico a la unidad antrópica espacial más pequeña del paisaje agropecuario: el predio. Artavia (2010) priorizó la espacialidad del predio para proponer cambios de uso de la tierra en el paisaje, hecho que se da en esta investigación, realizada a escala de finca (predio).

En esta escala, se plantea una serie de lineamientos para proteger la biodiversidad y recuperar ecosistemas, considerando siempre la productividad de la actividad ganadera, con el fin de contribuir a mejorarlos, ordenando el espacio físico, estableciendo zonas de repasto óptimas y eficaces, áreas de protección hídrica y boscosa, creando más sitios de alimentación para la fauna silvestre y produciendo forrajes que diversifiquen la dieta del ganado.

1.6 Objetivos

Objetivo general

“Elaborar una propuesta de zonificación geográfica que sea sostenible económicamente para la actividad ganadera y la biodiversidad de la finca El Ceibo”.

Objetivos específicos

1. Realizar el diagnóstico biofísico de la finca El Ceibo.
2. Desarrollar una zonificación agroecológica compatible con la ganadería y la biodiversidad.
3. Determinar el costo-beneficio bioespacial de la aplicación de dos sistemas silvopastoriles.

1.7 Marco teórico

1.7.1 La finca ganadera como unidad biofísica

El concepto de finca se ajusta a la definición dada en el Censo Nacional Agropecuario (2000) para la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA), establecida como “toda extensión de terreno dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria...”. Dicha producción se encarga del control y manejo de plantas o animales, para aprovechamiento

humano. La producción de animales se refiere a la ganadería bovina, porcina, equina, caprina y ovina, que producen carne, cuero, lana, leche y sus derivados.

La Corporación Ganadera (CORFOGA, 2006) indica que el sistema de producción en ganadería bovina es el dedicado a la producción y venta de carne proveniente de bovinos. Se distinguen tres sistemas diferentes de producción de carne:

- **Intensivo (estabulado):** obtiene la mayor producción de carne en menor tiempo posible, pues el ganado permanece confinado en un determinado espacio y se le imposibilita la actividad física; además, se le proporcionan cantidades adecuadas de alimento preparado, con alto valor nutritivo, con lo cual se aumenta la producción de carne.
- **Extensivo:** en este caso, los animales no son sometidos a ningún tipo de confinamiento. Disponen de grandes áreas para el pastoreo; las pasturas son el principal alimento, con escasa o nula suplementación nutritiva.
- **Semiintensivo (semiestabulado):** la alimentación se basa tanto en el pastoreo como en la suplementación alimentaria extra. Los animales pasan todo el tiempo en los potreros, sometidos a una rotación adecuada.

Esta rotación brinda a las pasturas períodos de descanso y ocupación (según la capacidad de carga animal). Lo óptimo es tener mayores días de descanso que de ocupación, en promedio veinticinco días desocupados y alrededor de diez o menos días ocupados. En el caso de la finca El Ceibo, en promedio los días de ocupación rondan los quince a veinte días, y los de descanso de veinticinco a treinta días; incluso, hay pastoreos continuos (cero días de descanso) y alternos (días de descanso quince, días ocupados quince), dependiendo de las UA (unidades animales) por lote de ganado.

La actividad ganadera es un ejemplo de un sistema ecológico, que necesita del suelo para llevarse a cabo. El suelo brinda las condiciones para el desarrollo de pasturas y todo tipo de vegetación, que serán modificadas por el ganado a través del pisoteo o por el proceso de alimentación.

Las fincas ganaderas son nichos de biodiversidad, pues en condiciones mínimas se pueden dar relaciones de comensalismo, depredación y hasta competencia (agua, suelo, luz, temperatura). Además, cuando estas cuentan con una pequeña o mediana cobertura boscosa, tienen más diversidad de especies silvestres, lo cual permite la funcionalidad de procesos fotosintéticos, de fermentación por la descomposición de la materia orgánica, de formación de suelos, regulación del clima, purificación del agua, control de la erosión y control de plagas (Ibrahim *et al.*, 2005).

Por lo tanto, la finca es una unidad biofísica y, aunque está delimitada antrópicamente (cercas), se considera parte de un ecosistema, por cuanto se pueden llevar a cabo procesos de biocenosis, como en todo ecosistema orgánico-natural. Una finca ganadera es un ambiente donde el ganado interactúa activamente con el medio; los individuos de la misma especie (bovinos) son modificadores del paisaje y compiten en algunos casos por el espacio.

Los ecosistemas ganaderos con presencia boscosa (cercas vivas o bosques de galería y, en algunos casos, relictos de pequeñas manchas de bosque), posibilitan que cohabiten animales vertebrados e invertebrados (mamíferos, reptiles, anfibios, insectos y aves), los cuales pueden mantener interrelaciones tróficas, siempre y cuando los dueños de la finca proporcionen las condiciones naturales mínimas.

1.7.2 La actividad ganadera: un foco de estudio de la geografía

La geografía es una ciencia muy amplia que estudia la distribución de los fenómenos en la superficie terrestre, sean estos antrópicos, económicos, políticos, biofísicos, culturales, etc. Tradicionalmente, en Costa Rica esta ciencia ha estudiado fenómenos políticos, demográficos, percepción ante riesgos naturales, geomorfológicos de utilidad para el ordenamiento territorial, comportamiento y dinámica en las cuencas hidrográficas, ordenamiento urbano, geodinámica de espacios costeros, manejo de áreas silvestres, en la gestión ambiental, entre otros.

La geografía agraria es la rama de la geografía que estudia la morfología parcelaria, los regímenes de tenencia de la tierra y las estructuras de explotación. También hay una geografía agrícola, que analiza las propiedades agrícolas y estudia los cultivos y su evolución; en este campo podrían situarse estudios de ganadería, desde distintos prismas, como el económico y el biogeográfico, o desde un ordenamiento agropecuario. Tal como lo indicó el biogeógrafo Rubio Recio de la Universidad de Sevilla, España, en una conferencia en la Universidad de Costa Rica el 25 de noviembre de 2008, “la geografía puede estudiar cualquier fenómeno, mientras este posea una génesis, tenga una estructura y desarrolle una funcionalidad”. La unidad de estudio, la finca, es un espacio vital del desarrollo de esta actividad.

Sin embargo, tal como lo apunta el geógrafo Segrelles (2000) de la Universidad de Alicante, España, la ganadería aún no se ha tomado en cuenta como factor en la organización de los espacios agro rurales, ya que se ha analizado dentro de la agroindustria, muy a pesar de que, a partir de esta actividad, surgen nuevas relaciones funcionales, económicas, sociales y de producción en el medio rural, que merecen ser estudiadas desde una perspectiva geográfica.

Para las décadas posteriores a los años 70, la geografía en España comienza a concebir “el estudio de la ganadería con una óptica económica y productiva más que como un simple complemento subsidiario de la agricultura”. Así, entre los geógrafos dedicados a este campo, se generalizan conceptos y términos, como agroindustria, complejo ganadero, integración vertical, comercialización, mercados, consumo, políticas pecuarias, que otorgan a esta actividad una nueva dimensión socioeconómica y espacial en el medio rural (Segrelles, 2000).

Por su parte, un grupo de investigadores, entre los que se destacan Bartolomé Manjarrez, Salvador Hernández Daumás, Óscar Omar de Dios Vallejo, Ernesto Benito Salvatierra Zabala, al lado de otros dos investigadores, Ben de Jong y José Nahed Toral, publican en el 2007 un trabajo en el cual se enfocan en analizar la configuración espacial y temporal de la ganadería bovina, y en estudiar los cambios en el uso de la tierra y las perspectivas de su ordenamiento.

En el estudio, se diagnosticó la situación actual de los usos de la tierra en ciertos espacios de Tabasco, México. Además, se le da importancia a la época colonial en la introducción de la ganadería y a las razones por las cuales se impulsó la actividad ganadera en 1940. Esto último encuentra respuesta en la crisis financiera, donde el plátano, producto importante para la economía de Tabasco, cayó en crisis, por lo que las políticas se centraron en dar a la ganadería un papel relevante en el rescate de la economía, en un proceso de ganaderización.

El estado de Tabasco se encuentra en la zona tropical húmeda mexicana, con una topografía poco elevada con respecto a nivel del mar. Su vocación agropecuaria es de gran importancia para la economía de esa región, características que la asemejan a la zona norte costarricense. Otro aspecto de semejanza es que, de la misma manera en que dio cabida al desarrollo de la actividad ganadera en el estado de Tabasco, se dio en Costa Rica.

En ambos lugares se impulsó por causa de la crisis de un producto agrícola, del cual dependía la población. En el caso costarricense fue el café; en Tabasco, el plátano. Por consiguiente, las políticas en ambos casos señalaron a la ganadería como la actividad económica que podía ayudar al campesinado en la crisis. Por ello, lo menos importante eran los bosques que se podían talar tras esta decisión.

Para este caso en Tabasco, México, los investigadores muestran una metodología en la cual realizaron una descripción del área de estudio (ubicación geográfica, caracterización de paisaje, hábitats, suelos, clima, temperatura y precipitación) y una caracterización en la evolución del hato ganadero por medio de información censal y cartográfica, para compararla con información de uso de la tierra y vegetación (Manjarrez *et al.*, 2007).

Utilizaron la carta edafológica y el análisis geográfico para determinar cuatro clases de suelo que limitan el desarrollo ganadero (los inundables, los someros pedregosos, los someros sobre calizas y los pedregosos), y caracterizaron el espacio geográfico para definir tres unidades ambientales (llanuras, lomeríos y sierras).

Describen, además, la distribución del ganado según las unidades de terreno, para comprender la configuración territorial de la ganadería, en la movilización estacional del ganado, lo cual llega a ser una estrategia adaptativa para organizar la producción según estacionalidades climáticas.

En cuanto al ordenamiento territorial, Manjarrez *et al.* (2007) considera esencial “la incorporación de elementos arbóreos a los sistemas de producción ganadera en Tabasco, mediante el diseño de sistemas silvopastoriles, para resolver problemas reales de la producción, de tal forma que se incremente la productividad actual de la ganadería”.

A pesar de ello, es bien sabido que productores, conservacionistas y público general creen que la producción ganadera y la conservación de la biodiversidad están en un conflicto

inevitable. Noy-Meir Imanuel (2005), de la Facultad de Agricultura de la Universidad Hebrea de Jerusalén, afirma que, aunque existe un conflicto potencial, este no tiene consecuencias graves en todas las escalas, pues la gravedad depende de factores como la intensidad de la presión de pastoreo sobre las poblaciones de las especies por conservar, el tipo de animal, el sistema de pastoreo, la distribución de aguadas, la provisión (o no) de forraje como suplemento, la intervención para el mejoramiento de pastizales por la fertilización, la tala de leñosas o la introducción de nuevas especies.

Además, explica que la solución está en la segregación espacial, pues para conservar la diversidad de la flora nativa es necesario dedicar áreas suficientemente grandes y representativas, reservas o parques, donde el uso ganadero está excluido, y en las áreas que quedan fuera de las reservas, la intensidad de uso ganadero aumentaría hasta el óptimo económico.

1.7.3 Sostenibilidad y zonificación

Monge (2003) conceptúa el sistema como “un conjunto de elementos unidos o relacionados entre sí, que forman una sola unidad, un todo”. Esta relación obtiene un equilibrio en los tres campos del desarrollo sostenible: el económico, el ecológico y el social, donde se encuentra la equidad de estos elementos, para conservar los recursos naturales y satisfacer las necesidades humanas.

Guevara, citado por Cortés (2004), define una actividad sostenible como “aquella que puede continuar por tiempo indefinido”. Esta es una situación contraria a la que se vive hoy, por cuanto las actividades que han utilizado en gran medida los recursos naturales, en sus inicios no se enfocaron en respetar la sostenibilidad, y en la actualidad estos recursos se pueden ver reducidos.

El manejo sostenible es aquella actividad o plan de desarrollo cuyos procedimientos u acciones se logran por medio de la equidad económica, social y ecológica, debido a que estas tres esferas están interactuando continuamente, y su principal modelador es el ser humano.

Monge (2003) introduce el concepto de agricultura sostenible como el uso de recursos para producir alimento y fibra, de manera que no se dañe la base de recursos naturales y que las necesidades básicas de los productores y consumidores queden satisfechas a largo plazo. Apunta que la sostenibilidad agrícola se lograría en la medida en que se conserven y protejan los recursos básicos, como el suelo y el agua, pues de ellos depende la productividad, mientras que su degradación conllevaría a la pérdida de la capacidad productiva.

Para establecer un manejo sostenible, se deben emplear una serie de técnicas. La zonificación es una de las más importantes, por ser una técnica que permite ordenar el territorio y clasificar los espacios por zona, según potencialidades biofísicas, culturales o socioeconómicas. Dependiendo de la temática del investigador y de las principales necesidades del área, así varían los criterios de zonificación.

Protti (1985), en el estudio para la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), de San José, Costa Rica, sobre zonificación agropecuaria, define esta como “una herramienta que permite orientar la estrategia de desarrollo agropecuaria, al proveer un marco de referencia físico-biológica y socioeconómico de las áreas que ofrecen condiciones para el desarrollo de cultivos”. Así mismo, señala que es “un proceso dinámico e iterativo que, por aproximaciones sucesivas, facilita la localización tanto de áreas con alto potencial de desarrollo como de zonas cuya problemática obliga a plantear soluciones inmediatas”.

En este mismo tema, la FAO en 1996, establece que “el propósito de zonificar, en la planificación del uso de recursos rurales, es separar áreas con similares potencialidades y limitaciones para el desarrollo”. Para ello, Barquero (1988) señala que se pueden realizar estudios ecológicos que contribuyen a la planificación racional de los recursos naturales de una región.

La *zonificación agroecológica* (ZAE), establecida por la FAO (1996), define zonificación como el modo de “dividir la superficie en unidades más pequeñas con base en la distribución de suelo, relieve y clima”, y establece las zonas a partir de combinaciones edáficas, fisiográficas y climáticas. Esta metodología toma en cuenta aplicaciones básicas para evaluar la aptitud y productividad potencial de las tierras.

Barquero (1988) planteó la necesidad real de utilizar sosteniblemente los recursos naturales, pues enfatiza que en Centroamérica y el Caribe se dio una mala planificación de su uso. Esto ha ocasionado una acelerada degradación en los ecosistemas de la región, debido principalmente al desarrollo no dirigido en áreas silvestres y en terrenos de uso agrícola, ganadero y forestal, con lo cual se altera la flora, la fauna, el suelo y el agua.

Este mismo autor cita, como ejemplo en Costa Rica, la zona de la península de Osa, cuyo proceso de colonización se respaldó en la explotación de los recursos naturales y se desarrolló la ganadería y la actividad agrícola a costa de la tala desmedida de bosques. Resalta el problema de que las actividades agrícolas no planificadas constituyen una amenaza al equilibrio ecológico, pero se puede dar un manejo adecuado al tomar en cuenta la participación de las comunidades para el uso y la protección de los recursos naturales.

1.7.4 Sistemas silvopastoriles

Entre las soluciones para el manejo sostenible de fincas ganaderas están las nuevas técnicas ecoamigables, concernientes a los sistemas silvopastoriles. Pezo e Ibrahim (1999) las conceptúan como una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de leñosas perennes, sean árboles o arbustos, que interactúan con los componentes tradicionales bajo un sistema de manejo integral.

En el campo de la agricultura se llaman sistemas agroforestales, definidos por Monge (2003) como agroecosistemas o sistemas de producción agrícola; sus componentes, al igual que en el silvopastoril, son árboles, cultivos u animales que interactúan como en un sistema.

Se conciben también como un sistema de manejo de los recursos naturales dinámicos, con bases ecológicas, que por medio de la integración de los árboles en tierras de fincas y tierras abiertas, diversifica y sustenta la producción de pequeños productores, para un aumento de los beneficios sociales, económicos y ambientales, y se logra desarrollar una sostenibilidad ambiental en el espacio geográfico (Monge, 2003).

La importancia de estos sistemas, según apunta Montagnini, citado por Monge (2003), reside en aprovechar los beneficios del componente arbóreo, agrícola o pecuario, tanto en el aporte individual como en las interacciones entre sus componentes, y así obtener una mayor productividad, pensando siempre en la conservación de los recursos.

Estas medidas ecoamigables favorecen las condiciones físicas de las pasturas y de los suelos y aumentan la producción de materia orgánica. Esto se refleja en el mejoramiento de la producción de forraje, parte del cual es consumido por el rumiante y el resto queda en el suelo e incrementa el carbono de este o el del sistema radical de la planta. En este sentido,

las pasturas actúan también como sumideros de carbono y reducen la concentración de dióxido de carbono atmosférico.

Además, Manjarrez *et al.* (2007) indican que “los sistemas agrosilvopastoriles ofrecen una alternativa sostenible para restaurar y aumentar la biodiversidad animal y vegetal y para aumentar los niveles de producción animal con reducida dependencia de los insumos externos, aprovechando las ventajas de varios estratos de la vegetación, mejorando la dieta animal, proporcionando una diversidad de alimentos, forrajes, flores y frutos, que permiten al animal variar su dieta y aumentar su nivel de producción, propiciando además la biodiversidad y la sustentabilidad del uso del suelo”.

En el caso del sistema silvopastoril, su intensidad e interacción son mayores cuando los diferentes componentes comparten simultáneamente el mismo terreno, aunque no es indispensable que los componentes del sistema se encuentren bajo el mismo espacio. La combinación de leñosas perennes con pasturas y animales, se presenta en formas muy diversas y origina diversos tipos de sistemas silvopastoriles, como por ejemplo: cercas vivas, bancos forrajeros, barreras rompe vientos, árboles dispersos, entre otros. (Montenegro *et al.*, 2001).

1.7.5 Ecología del paisaje

La ecología es la ciencia que estudia la relación de los seres vivos y su medio, en tanto la ciencia del paisaje es la manifestación espacial de las relaciones entre el ser humano y ese medio. Por lo tanto, el estudio de la ganadería atañe a la fusión de ambas ciencias: a una ecología del paisaje, que estudia la relación seres vivos-ambiente y ser humano (Burel y Baudry, 2002).

Los paisajes en general y, de igual forma, el ganadero, se caracterizan por su heterogeneidad y dinamismo, que son moldeados por lo antrópico, según la interrelación de la sociedad y su ambiente, y crean estructuras cambiantes en el espacio y tiempo, bajo una escala de trabajo de las actividades humanas (Burel y Baudry, 2002).

El paisaje está constituido por un conjunto de elementos heterogéneos, fragmentados y/o conectados, como siguiendo un patrón paisajístico, los cuales se presentan en los siguientes elementos: matriz, es el elemento dominante, en el que se ubican las manchas y elementos lineales. En un paisaje ganadero, la matriz sería el espacio donde se lleva a cabo la actividad; el elemento dominante son las pasturas, mientras que las manchas son islas boscosas o áreas de cultivo, en caso de que hubiera; en cuanto a los elementos lineales, estos serían las cercas vivas o bosques de galería.

El conjunto de reservas boscosas, o islas, es producto de la fragmentación de hábitat, que deja bosques aislados entre sí y unidos en algunas ocasiones por los elementos lineales, que son la red del paisaje. Esta red puede estar conformada por distintos corredores, los cuales se definen según su funcionamiento como corredor de hábitats, corredor de desplazamiento, corredor de vida silvestre o corredor de dispersión (Bennet, 2004). Sin embargo, los elementos lineales constituyen diferentes términos:

- **Enlace, nexos:** es la distribución de hábitats (de forma lineal o continua) que mejoran el desplazamiento de animales o la continuidad de procesos ecológicos.
- **Hábitat lineal:** franja lineal de vegetación, que no necesariamente une dos hábitats.
- **Corredor de hábitats:** franja lineal de vegetación que establece un nexo entre dos hábitats.
- **Trampolines:** una o más islas distanciadas, que proveen recursos y refugio a los animales para desplazarse por el paisaje.
- **Enlace de paisaje:** incrementa la conectividad a escala de paisaje o región y cuentan con tramos amplios de vegetación.

- **Mosaico de hábitats:** es una serie de hábitats fragmentados e intercalados.

Este tipo de paisajes ganaderos, donde el ser humano maneja los recursos, ha provocado la fragmentación de hábitats y, en consecuencia, la reducción de poblaciones. No obstante, si bien algunos hábitats pueden ser percibidos como fragmentos por algunas especies, no se puede generalizar; esto dependerá de la capacidad de desplazamiento de la especie o de su sensibilidad a la fragmentación, más aún porque del tamaño de los fragmentos depende el mantenimiento de las poblaciones, pues puede haber espacio para uno o dos individuos, pero no para una población.

A lo anterior se suma la teoría biogeográfica de islas, propuesta por Mac Arthur y Wilson en 1967, la cual predice la riqueza específica (números de especies) de una comunidad determinada, presente en cada isla, en función de parámetros espaciales, como el área de la superficie y su distancia al continente, es decir, la distancia entre una mancha boscosa y otra.

Así mismo, la movilidad de poblaciones de un sitio a otro responde a diferentes actividades, ya sea por nutrición, reproducción o hibernación. Por eso las islas deben contar con ciertas características, que le otorguen calidad para la ejecución de dichas actividades en beneficio de distintas poblaciones.

Por consiguiente, los flujos migratorios de especies entre una mancha y otra dependerán de la calidad de la matriz, la geometría de las manchas, la conectividad entre ellas, y el tipo de borde que tengan los parches boscosos y los corredores. El borde es el que interactúa directa y fuertemente con la matriz.

En el caso de las fincas ganaderas, la matriz está constituida por pasturas, que incluso benefician el flujo de especies menores cuando presenta una altura superior a los 30 cm.

Esto hace de una matriz ganadera una matriz “amigable” con el flujo de especies menores, pues, por la altura y la densidad del pasto, las especies no son visibles para el ser humano o algún otro depredador, lo cual brinda confianza para su movilidad. En el caso de la finca El Ceibo, el pasto Tanner (*Brachiaria radicans*), tras días de descanso, alcanza alturas mayores a 45 cm, en tanto el pasto Ratana (*Ischaemum ciliares*) alcanza ± 35 cm.

Así mismo, cuando una matriz presenta un ambiente similar al de las manchas boscosas, las posibilidades de intercambio de especies mejoran sustancialmente. No es lo mismo que un venado, oso colmenero o mono cruce una pastura para llegar a una mancha boscosa, que atraviese un pueblo o carretera transitada para llegar al mismo destino (figura 2).

La geometría de las manchas es otro factor que incide en la calidad de movilidad o estancia de una especie en un sitio. Si una mancha boscosa posee áreas pequeñas y presenta una proporción de perímetro mayor que el área núcleo, tiende a ser más vulnerable a procesos de perturbación que los fragmentos con áreas núcleo mayores, porque en fragmentos pequeños la zona perturbada (área punteada, figura 3) puede ocupar la totalidad o parte del fragmento, y dejar libre de influencias exógenas solo un área pequeña (Bennet, 2004).

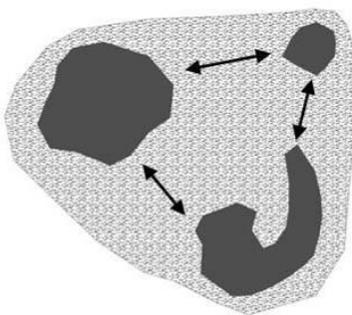


Figura 2. Una matriz paisajística si presenta condiciones óptimas puede presentar accesibilidad de flujos, de una mancha a otra. Fuente: Bennet, (2004)

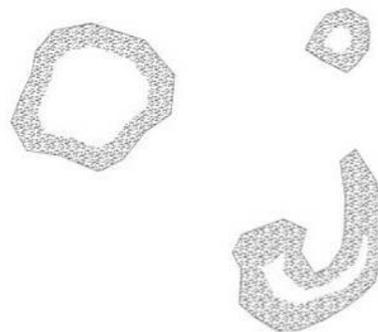


Figura 3. La geometría de las manchas boscosas, influye en las condiciones de habitabilidad dentro de estos hábitats. Fuente: Bennet, (2004)

En cuanto a la conectividad entre manchas, esta puede darse de varias formas: a través de hábitats concretos que permitan el desplazamiento, como trampolines de varios tamaños (figura 4) o corredores de hábitat que proveen una conexión continua entre parches boscosos (figura 5) (Bennet, 2004).

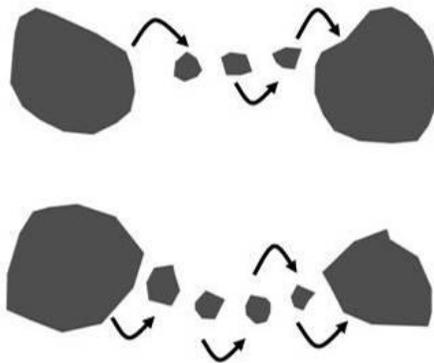


Figura 4. La existencia de trampolines entre manchas, aumenta la calidad de los enlaces y contribuye con la conectividad de hábitats. Fuente: Bennet, (2004)

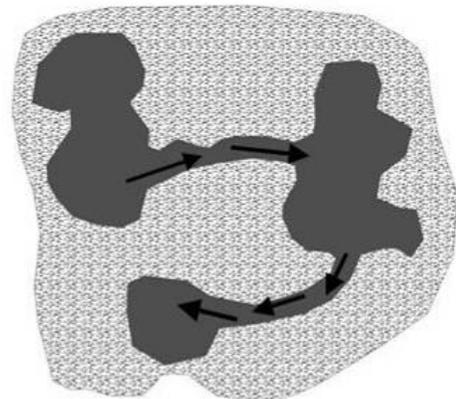


Figura 5. Los corredores biológicos al ser hábitats lineales, mantienen una conexión más eficaz entre manchas boscosas. Fuente: Bennet, (2004)

Por otra parte, cada mancha boscosa presenta distintos tipos de bordes que vienen a ser una membrana por la cual traspasa o no el flujo de germoplasma de un hábitat a otro (bosque → pasturas o pastura → bosque). Su eficacia dependerá del grado de permeabilidad que posea cada borde. Se pueden distinguir tres tipos de borde en paisajes ganaderos, en particular en el área de estudio:

- **Bordes permeables:** permiten con facilidad el flujo en ambos sentidos (bosque–pasturas o pastura–bosque), por la ausencia de obstáculos (Fotografía 6). No hay cercas de por medio.



Fotografía 6. El borde de la isla boscosa El Ojoche, presenta la condición de permeabilidad por la ausencia de alambre de púas. El ganado y las especies silvestres pueden ingresar y salir sin problema. Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

- **Bordes semipermeables:** el flujo en ambos sentidos (bosque–pasturas o pastura–pastura) se ve interrumpido por obstáculos, como alambre de púas, el cual se utiliza como divisor de potreros y, en algunos casos, en los bordes de bosques. Suele ser de cuatro o cinco hilos (Fotografía 7).



Fotografía 7. El Borde entre potreros o fincas vecinas tiene la condición de semipermeable, lo cual representa un obstáculo para algunas especies. Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

Estos bordes pueden ser permeables para una especie; pero para otra, ese mismo borde pasa a ser impermeable, lo cual genera el concepto de barrera o filtro abiótico. En este caso, el alambre perjudicará el paso entre especies de mayor tamaño, como el ganado o los venados, mientras que para mamíferos, como los pizotes, o cualquier reptil o anfibio, no constituirá ningún obstáculo.

- **Bordes impermeables:** se presentan cuando la barrera tiene características ambientales totalmente distintas con respecto a su entorno. Por ejemplo, cuando el borde de una pastura o de una isla boscosa es un cauce fluvial (figura 6), que por su naturaleza es un obstáculo para la mayoría de especies de mamíferos, por lo cual se utiliza como divisor de potreros.



Figura 6. La red hídrica es un ejemplo de barrera biológica, por lo cual se utiliza para la división de apartos en la ganadería. Fuente: Green, D. (2007)

Sin embargo, si bien el río es una barrera biológica para algunas especies, para otras, como los peces, reptiles o anfibios, es el hábitat. Así sucede en la red hídrica de la finca El Ceibo, sitio de descanso de tortugas y guajipales (*Caiman crocodilus*), entre otros.

1.8 Metodología

Las bases teóricas de la propuesta metodológica se basó en una extensa revisión bibliográfica, cuyas temáticas fueron: ecología del paisaje, ordenamiento del espacio agrícola, sostenibilidad agropecuaria, zonificación agroecológica, aprovechamiento de sistemas silvopastoriles, sistemas de pastoreo, producción ganadera, usos de la tierra según la variable de pendiente, variable edáfica y su manejo en usos agrícolas, etc.

Esta revisión bibliográfica permitió encontrar un estudio muy valioso, en materia de ordenamiento agrícola en espacios ganaderos, elaborado en el año 2007 en el estado de Tabasco, México, por un grupo de investigadores (Manjarrez, Hernández, Ben de Jong, Nahed Toral, Vallejo, Salvatierra y Zaba).

Este estudio, publicado en el Boletín del Instituto de Geografía (UNAM), denominado *Configuración territorial y perspectivas de ordenamiento de la ganadería bovina en los municipios de Balancán y Tenosique, Tabasco*, describió una metodología en la cual se apoyó la propuesta de zonificación planteada en la finca El Ceibo. Las diferencia entre ambas aplicaciones residen en la escala de estudio y los factores de zonificación que se incluyen en esta propuesta de zonificación agroecológica para una finca ganadera.

Para el presente trabajo, la unidad de finca es el eje central. En ella se analizaron los componentes del agrosistema bióticos (vegetación, suelo, especies silvestres) abióticos (clima, agua) y antrópicos (actividad ganadera), con el propósito de obtener un diagnóstico biofísico del espacio finquero.

Lo anterior proporcionó los insumos para elaborar una zonificación agroecológica analizando dos tipos de factores, según las coberturas esperadas y los cambios en el uso de la tierra. Se evaluaron económicamente para medir su rentabilidad.

Cada uno de los componentes analizados en la propuesta, se justifica metodológicamente a continuación:

1.8.1 Diagnóstico biofísico de la finca

Factor suelo

Se analizaron las propiedades físicas del suelo (textura, densidad aparente, compactación, permeabilidad), a través de un muestreo segregado y al azar de seis muestras, distribuido en cada una de las unidades paisajísticas identificadas. Todas se extrajeron en agosto de 2009 y se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Escuela de Geografía, en la Universidad de Costa Rica. Estas unidades de paisaje se determinaron según la variable topográfica y la de ambiente biofísico, y son las siguientes:

- a) ***Llanuras de inundación***: son los llanos localizados en las inmediaciones del río Chimurría, por lo cual son afectados por las crecidas de este río.
- b) ***Mesas***: son planicies ubicadas en lomas, cuyos bordes son marcados por un declive en la pendiente, por lo que se asemejan a una mesa.
- c) ***Pendientes deforestadas***: son laderas con 30 a 40% de pendiente, cubiertas únicamente con pasturas.
- d) ***Suelos descubiertos***: son áreas que carecen de pasturas y de árboles; en algunos casos coinciden con los asentamientos de lagunas estacionales.

e) **Ciénagas**: son áreas donde el suelo está mal drenado, por lo que presenta un mayor contenido de agua saturada, debido tanto a la geomorfología del lugar como a las propiedades del suelo. En esta zona, se localiza particularmente en dos unidades ambientales: las llanuras, que con frecuencia son afectadas por el desbordamiento de un río; y en áreas de acumulación hídrica con forma de “V”, donde el vértice de la V sería el área de ciénaga, y los extremos serían las laderas de montañas que captan las aguas llovidas.

f) **Bosque**: es una zona llana con cobertura boscosa y sin afectación del efecto borde.

A cada una de estas unidades paisajísticas, se le determinaron las siguientes propiedades físicas; algunas de ellas directamente en el terreno y otras en el laboratorio.

- **Compactación**

El estado de compactación en el suelo significa que las partículas minerales están sufriendo algún tipo de presión, ya sea por maquinaria o por animales, y estas partículas pasan a ocupar el espacio del aire y del agua. En consecuencia, dificulta la penetración de raíces, la infiltración del agua y el intercambio de gases en el suelo (Henríquez y Cabalceta, 1999). La compactación en la finca se determinó por medio del penetrómetro (Fotografía 8), instrumento que se introduce en el suelo y obtiene el dato de compactación (kg/cm^2).

Esta medida se tomó superficialmente al momento de quitar la cubierta vegetal. Se introdujo el instrumento y se anotó la medida. Posteriormente, se extrajeron 500 g de material para el análisis de texturas.



Fotografía 8. El penetrómetro es un instrumento para medir el grado de compactación del suelo, lo cual se indica con kg/cm^2 . Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

- **Texturas del suelo**

La textura se consideró importante para este análisis biofísico, ya que la dinámica física de los suelos arcillosos, como su contracción y expansión según estación lluviosa y seca, propicia las formas de relieve, como la topografía escalonada. Esta variable se determinó con el *método de Bouyucos*, para medir las proporciones de las partículas del suelo menores o iguales a 2 mm, que son arena, limo y arcilla, y así determinar la concentración porcentual de estas fracciones, cuyos valores se plotearon en el triángulo de texturas del “Soil Survey Manual”, elaborado por la USDA (1975). Así, se obtuvo la caracterización cualitativa de la clase textural.

- **Densidad aparente**

Se determinó mediante la obtención de un núcleo de suelo, extraído a través de un cilindro metálico de pared delgada de 10 cm de alto por 5.3 cm de diámetro (fotografía 9), que

permite, no disturbar la estructura natural del suelo. La obtención de la densidad aparente se cálculo con base en el procedimiento descrito en Forsythe, 1975.

Es una propiedad que permitió una mejor interpretación del nivel de compactación del suelo, por una relación masa volumen, así como respecto a la porosidad, permeabilidad y capacidad de almacenamiento de humedad, entre otras propiedades pedológicas.



Fotografía 9. Procedimiento de campo, para extraer la muestra del suelo a través del cilindro, procurando no disturbar la estructura del suelo. Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

- **Permeabilidad**

La permeabilidad se obtuvo con el cilindro metálico, descrito previamente (Fotografía 9), según procedimiento descrito en Forsythe, 1975, para determinar el tiempo que dura en permear una lámina de agua en una columna de suelo. Se considera la velocidad de circulación y la gravedad. También se toma en cuenta que en este resultado influyen la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo, así como su composición química.

Este análisis es importante, debido a las condiciones climáticas de la unidad de estudio, en especial por la frecuencia de lluvias y el comportamiento de suelo saturado, lo cual produce encharcamientos en áreas de llanura o escorrentía en las laderas.

Factor biológico

La flora se estudió en tres aspectos: estado actual del paisaje, considerando los avistamientos de fauna silvestre; muestreo de especies arbóreas, según la funcionalidad en el espacio natural; y la disponibilidad de las pasturas.

Estado actual del paisaje

- Se describió el patrón paisajístico, las redes y los mosaicos. Estos elementos se cartografiaron por medio de la fotografía aérea PRCR-CR-068-037, del proyecto BIT-Catastro, año 2005. Los vectores se modificaron con ayuda de un GPS Garmin 60 csx, de acuerdo con la información corroborada en las visitas de campo.
- La fauna silvestre se identificó mediante avistamientos o huellas de animales encontradas dentro de la finca. Esto se vinculó a la influencia directa de la composición paisajística, la cual brinda las condiciones para que distintas especies silvestres tengan su hábitat en este paisaje finquero.

Clasificación de las especies arbóreas

Se realizó un muestreo de especies arbóreas, en individuos mayores a dos metros de altura, por cuanto estos han sobrevivido al convivir con el ganado.

El muestreo registró el diámetro, la altura y el tipo de especie. Dada la extensión de la finca (ha), se efectuó en dos potreros, seleccionados según la variable topográfica y el modo de

intervención antrópica. El potrero Llano Grande representó las áreas de llanura en altitudes de 55 a 60 msnm; y el potrero Las 40, las de altitudes de 70 a 90 msnm y una topografía ondulada.

Con este estudio se obtuvo:

- El tipo de vegetación arbórea que posee la finca, así como el comportamiento de la distribución espacial en cada uno de los potreros, tomando en cuenta sus diferencias topográficas y de intervención antrópica, en los apartos muestreados.
- El índice de valor de importancia, de Curtis y McIntosh (1950), el cual se aplicó para obtener un panorama forestal de la unidad de estudio, identificando la especie ecológicamente más importante, a través de las fórmulas de parámetros ecológicos, de densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa, según la especie arbórea, tal como lo indican Ruiz y Frandriño (2009) en las siguientes fórmulas:

Fórmulas
<p>Área basal (Ab) = $\frac{\pi \times D^2}{4}$</p> <p>Donde: π (Pi) = 3,14 D = diámetro a la altura del pecho en m</p>
<p>Densidad relativa (DeR%) = $(Ei / \Sigma E) \times 100$</p> <p>Donde: Ei = Número de ocurrencias de la especie i ΣE = Número total de individuos</p>
<p>Dominancia relativa (DR%)= $(ABi / \Sigma AB) \times 100$</p> <p>Donde: ΣABi = Sumatoria de las áreas basales de la especie i ΣAB = Sumatoria de las áreas basales de todas las especies en la muestra</p>

$$\text{Frecuencia relativa (Fr\%)} = (F_i / \Sigma F) \times 100$$

Donde:

F_i = Número de cuadrantes donde la especie i ocurre

ΣF = Sumatoria total de ocurrencias de todas las especies en todos los cuadrantes.

$$\text{Índice de valor de importancia (IVI) \%} = \text{DeR} + \text{DoR} + \text{FR}$$

Donde:

DeR = Densidad relativa

DoR = Dominancia relativa

FR = Frecuencia relativa

Es importante aclarar, en el caso de la fórmula de frecuencia relativa (Fr%), que el número de cuadrantes se determinó, una vez que se identificaron la totalidad de los árboles dispersos en cada uno de los dos potreros seleccionados, en que se aplicó este índice, al agrupar los individuos de cada potrero, en cuadrantes de 25mx40m.

- Evaluar económicamente los árboles maderables de tres especies, aprovechando los datos de diámetro a la altura del pecho (DAP), obtenidos en ese muestreo, para estimar los costos de tres especies maderables, el Laurel (*Cordia alliodora*), Lagarto (*Zanrhoxylum sp*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*), según los costos de la Organización Nacional de Reforestación (Salas 2009).

Los resultados del índice de valor de importancia, se representaron por medio de gráficos, de cada potrero muestreado, cuya cartografía reflejó la distribución de las especies arbóreas y el número de ocurrencias (apariciones) de dichas especies, importante por la distribución espacial de ciertos individuos, así como los valores en densidad arbórea.

1.8.2 Zonificación agroecológica

La propuesta de zonificación contempló el apartado como unidad central de análisis, sobre el cual se diseñó la propuesta de zonificación. Esta zonificación tomó en cuenta los siguientes factores:

Factores delimitadores de la actividad económica

Estos factores fundamentan la viabilidad de hacer más apartos en la finca de estudio.

1. Disponibilidad de las pasturas

Por ser un sistema de explotación ganadera semiintensivo, el principal alimento del ganado bovino son las pasturas. Por tal motivo, es importante determinar si hay suficiente materia seca en la finca como para reducir el tamaño de los apartos.

Peña y Pozo (1992) señalan que “los métodos de muestreo para la determinación de disponibilidad y rendimiento de los pastos y áreas forrajeras se clasifican en métodos de carácter objetivo y subjetivo”. Para el estudio pertinente de la finca El Ceibo, se utilizó el método subjetivo llamado muestreos visuales, elaborado por Haydock y Shaw (1975), el cual consiste en la estimación visual de diferentes estados de crecimiento del pasto y el corte de las muestras prefijadas por la observación del investigador.

El procedimiento es el siguiente:

- a) Construir cinco marcos de referencia de tubo PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada, cada lado de 50 cm, que representan $0,25 \text{ m}^2$ del terreno.

- b) Recorrer el área de análisis y escoger los sitios más representativos de las alturas de los pastos, de manera que cada uno de los marcos de referencia se coloque en cada uno de estos cinco sitios. Así, se procede a identificar el pasto más alto con el marco de referencia 5; y el de menor tamaño o disponibilidad de pastura, con el 1. Siguiendo la secuencia, se ubicarán el 4, el 3 y el 2. En algunos casos pueden usarse solo el 1, el 3 y el 5.
- c) Los criterios para determinar los marcos de referencia son la altura del césped y la densidad.
- d) Una vez elegidos los marcos de referencia más representativos, se corta el pasto de cada muestra y se registra el peso que tuvo en campo (Fotografía 10).



Fotografía 10. El marco de referencia es la muestra en observación, con un tamaño de 50x50 cm, representativo de 0,25m. Fuente: Arce Anchía, V. (2010)

- a) Posteriormente, se recorre el potrero, se registran las observaciones y se clasifican según el marco de referencia correspondiente, de manera que el peso sería similar al peso registrado. En el potrero Llanito se tomaron 500 observaciones y en el potrero Fernando 680 observaciones, esto de acuerdo al tamaño (ha) del potrero, pues lo recomendable por hectárea, es entre 60 y 100 observaciones.

- b) Los datos se acomodan por marco de referencia y se indica el total de observaciones de cada marco muestreado, el peso respectivo de la materia verde (MV) tomada en campo y el total de productos muestreados.
- c) Al final, se determina el valor en kilogramos por materia verde (kgMV), disponible en un marco de referencia (0,25 m²) (fórmula 1), luego la totalidad de pasturas disponible en el potrero X (fórmula 2) y, finalmente, los días de ocupación (fórmula 3) que el potrero X puede abastecer a un hato de ganado, dependiendo de las unidades animales (UA) que se pastorean en esa área.

<p>Fórmula 1 Disponibilidad de pasturas (kgMV) en 0,25 m²</p> $\text{Kg MV} / 0,25 \text{ m}^2 = \frac{\text{total de productos}}{\text{Total de observaciones}}$ <p>Donde: KgMV= Kilogramos de materia verde m²= Metros cuadrados</p>
<p>Fórmula 2 Disponibilidad de pasturas en el aparto (kgMV)</p> $\text{Kg MV/m}^2 = \text{kgMV/obs} \times \text{Área(m}^2\text{)}$ <p>Donde: KgMV= Kilogramos de materia verde m²= Metros cuadrados obs= Número de observaciones</p>
<p>Fórmula 3 Días de ocupación (DO) =</p> $\frac{\text{kgMS}}{\text{kgMS/UA/día}}$ <p>Donde: KgMS= Kilogramos de materia seca m²= Metros cuadrados UA= Unidad animal</p>

La fórmula 2 brinda los resultados en MV, pero los datos se necesitan en materia seca (MS), lo cual se obtiene restando el porcentaje de agua de cada pastura. Para el caso del

pasto Ratana (*Ischaemum ciliare*), el contenido de agua representa un 80%, mientras que para el pasto Tanner (*Brachiaria radicans*) es un 85%.

2. Capacidad de carga animal (CCA)

La capacidad de carga animal (CCA) es la capacidad que tiene el potrero para soportar una determinada carga sin que le signifique una pérdida a su estructura productiva; es decir, determina la sub- o sobreutilización del espacio por usar. Para ello, se requiere saber la distribución espacial del ganado en cada uno de los apartos, y el período de días que dura pastoreando.

Este análisis se consiguió a través de los cálculos de la matriz de estimación de capacidad de carga y densidad de pastoreo, realizada por el Ing. Agr. Augusto Rojas Bourrillon, de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica (1992). Esta matriz contempla los siguientes parámetros por apartado: nombre, área (ha), tipo de pasto, días de ocupación y días de descanso, unidad animal (UA), ciclos de pastoreo por año y días de pastoreo máximo.

3. Apartos propuestos

Se proponen apartos nuevos solo si los factores anteriores indican la viabilidad de hacer nuevos apartos. Para ello, se segmentan las áreas de pasturas actuales, en busca de obtener tiempos de descanso y ocupación adecuados, a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{N.º apartos} = \text{tiempo descanso} / \text{tiempo ocupación}$$

4. Distribución de cercas vivas

Con una nueva distribución de apartos, se deben valorizar las cercas vivas actuales y estimar los beneficios en producción forrajera (kgMS) de esta cobertura. Con ese fin, se considera el valor forrajero promedio por árbol de madero negro y poró en 1,07 kgMS y 1,8 kgMs, respectivamente. Cada valor se contabiliza, y se obtiene por longitud de cerca (m) el dato actual.

Con esta distribución nueva de apartos, lo anterior se repite para estimar el valor forrajero en las cercas vivas propuestas y así aumentar las condiciones alimenticias.

Factores determinantes para la propuesta en el uso de la tierra

Se utilizaron los datos espaciales del uso actual de la tierra, como la distribución de manchas boscosas, los datos de pendiente del terreno y la actividad económica ganadera.

Para la propuesta de zonificación, se consideraron variables geomorfológicas, tales como relieve, pendiente y suelos; y biológicas (distribución de manchas boscosas).

1. Análisis del uso actual de la tierra y la distribución de las manchas boscosas

Se analizó el uso actual de la tierra desde una perspectiva paisajística y se identificaron los sectores con más fragilidad de conectividad. Los resultados se incluyeron en un mapa de distancia entre manchas boscosas, a escala 1:5000, el cual prioriza, a través de distancia, los sitios que deben mejorar su conectividad.

2. Estudio de pendientes

La pendiente es el grado de declive en una superficie y puede leerse en grados o porcentajes; cuanto mayor es la pendiente, menor es la cantidad de usos de la tierra que se pueden desarrollar en ella, sobre todo porque el terreno es inestable. Por lo tanto, saber cómo están distribuidos los grados de pendiente en la finca El Ceibo, permitió identificar cuáles sitios requieren un uso más apropiado.

Para obtener las pendientes, se procedió a obtener las curvas de nivel del área de estudio, a través de:

1. Fotos aéreas año 2005, del proyecto BIT-Catastro, números PRCR-CR-068-036 y PRCR-CR-068-037, distribuidas por la Unidad Ejecutora del Programa de Regularización de Catastro y Registro de Costa Rica.
2. Programa ERDAS, brindado por la Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica. El aplicativo LPS (versión prueba, 30 días) de ERDAS se utilizó para corregir la geometría de las fotos aéreas y convertirlas en ortofotos, a partir de las cuales y usando este mismo programa, se obtienen las curvas de nivel, a escala 1:25 000.
3. Uso de GPS (Global Positioning System, siglas en inglés). Se empleó el modelo Promark 3, marca Maguellan, suministrado por la Escuela de Geografía, para obtener puntos de control en X, Y y Z necesarios para convertir las fotos aéreas a ortofotos. Evaluación.
4. Programa ArcGis 9.3. Interpoló los valores de elevación mediante la herramienta 3D Analysis, para obtener un modelo de elevación digital del terreno preliminar.
5. Los valores de elevación de terreno, obtenidos del procedimiento en ERDAS, se corrigieron a partir de nuevos puntos de control, captados con un GPS, marca GARMIN modelo 60csx. Con estos nuevos datos, se obtuvieron curvas de nivel por cada metro.

6. Finalmente, el porcentaje de pendiente se obtuvo con la herramienta 3D Analysis.

A partir del desarrollo de cada uno, se elaboró una propuesta de distribución de apartos y usos de la tierra.

El propósito de obtener las pendientes fue utilizar técnicas silvopastoriles, apoyadas en la matriz para el uso de la tierra agrícola, según el grado de pendiente, de Delgado e Ibrahim (2006).

Esta matriz relaciona usos de la tierra agrícola con porcentajes de pendiente, lo cual facilitó la propuesta de zonificación para la distribución de nuevas coberturas, como se indica en el cuadro 1 siguiente.

Cuadro 1. Matriz para el uso de la tierra agrícola, según el grado de pendiente

Uso del suelo	Áreas muy quebradas > 40%	Áreas quebradas 20 - 40	Áreas poco quebradas 5 – 20%	Áreas planas < 5%
Reforestación protectora	X			
Regeneración natural	X			
Sistemas agroforestales		X	X	
Cultivos perennes		X	X	
Pasturas con baja densidad de árboles				X
Pasturas con alta densidad de árboles		X	X	
Cultivos de alimentos anuales (maíz, frijol, etc.)			X	X
Hortalizas			X	X

Continuación del cuadro 1

Prácticas de conservación (barreras en contorno, acequias de desviación, etc.)	X	X		
Bancos forrajeros de corte y acarreo			X	X
Caña, pastos de corte			X	X

Fuente: Mora e Ibrahim (2006)

En el caso de las nuevas coberturas de bancos forrajeros, se consideró su ubicación con relación al área pastoreada por cada hato ganadero, de forma que cada grupo de ganado cuente con su área de banco forrajero.

1.8.3 Costo beneficio bioespacial

Se determinaron los beneficios bioespaciales en tres campos: el ganadero, el biológico y el económico. Este último fue importante para estimar la viabilidad de la ejecución de la propuesta.

Los beneficios bioespaciales ganaderos se estimaron en la cantidad de materia seca disponible de forraje en las nuevas coberturas (kgMS), considerando que un árbol de Madero Negro posee en promedio 1,8 kgMS y uno de Poró 1,07 kgMS (Rojas, 2011).

Los beneficios bioespaciales biológicos se estimaron con los porcentajes finales de las coberturas actuales frente a las propuestas.

Por último, en las implicaciones económicas se consideró el costo de implementar las coberturas propuestas, utilizando parámetros de rubros (materiales), cantidad y costos. Se tomó en cuenta los rollos de alambre, las cajas de grapas y el costo del total de jornales trabajados.

Esta propuesta buscó establecer un escenario óptimo a favor de la biodiversidad, sin perjudicar la productividad de la finca, aplicando sistemas silvopastoriles para mejorar la conexión entre hábitats y los sistemas de pastoreo.

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO

La finca El Ceibo forma parte del paisaje agropecuario de la región norte del país, zona rural dedicada a la producción de caña, piña, naranja y ganadería. Estas actividades requieren de grandes extensiones de terreno, situación que se acompaña con los registros de bajas densidades poblacionales, que para el caso del cantón Los Chiles es de solo 15 hab/km² (INEC, 2000).

Esta zona presenta una heterogeneidad agropecuaria, que se aprecia sobre la ruta nacional n.º 35, sobre la cual se ubica el área de influencia de la finca en estudio, por ello, antes de efectuar el diagnóstico biofísico de la finca El Ceibo, es necesario hacer referencia al paisaje observado a orillas de esta carretera.

2.1 Paisaje agropecuario en un tramo de la ruta nacional n.º 35

Los usos de la tierra observados sobre la ruta nacional n.º 35 son una muestra de la gran productividad agrícola de esta zona del país. Estos usos son cultivos, pasturas, bosque, charral y reforestación, tal como lo señaló el censo agrícola del 2005, según se comprueba en la figura 7 (Barrientos *et al.*, 2005). Esta misma productividad se representó también en el mapa 3, pág. 53.

Los usos de la tierra señalados en la figura 7, con mayores proporciones, son los cultivos y pasturas, con 43% y 32%, respectivamente. Esto mantiene una coincidencia aproximada con los tramos paisajísticos del mapa 3, ya que los usos con menor cantidad en el mapa, también son los mismos de la figura 7: los bosques, el charral y la reforestación.

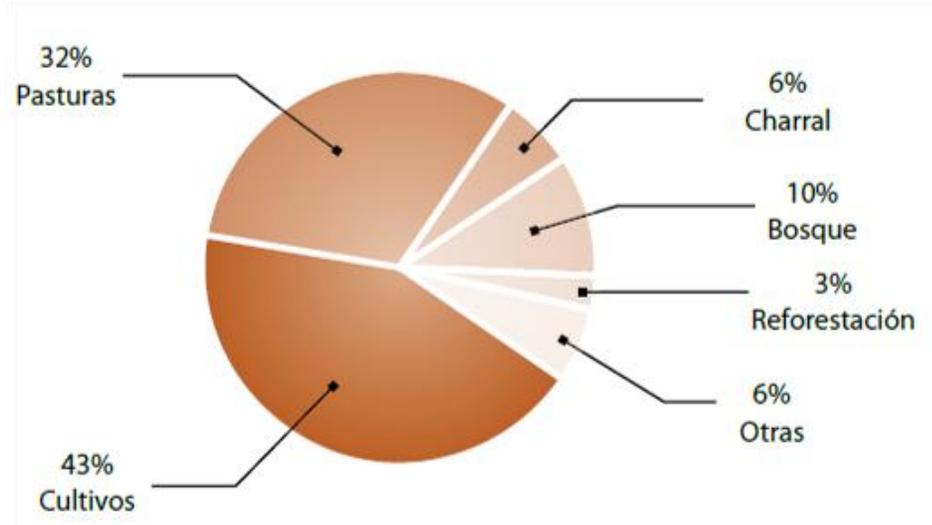
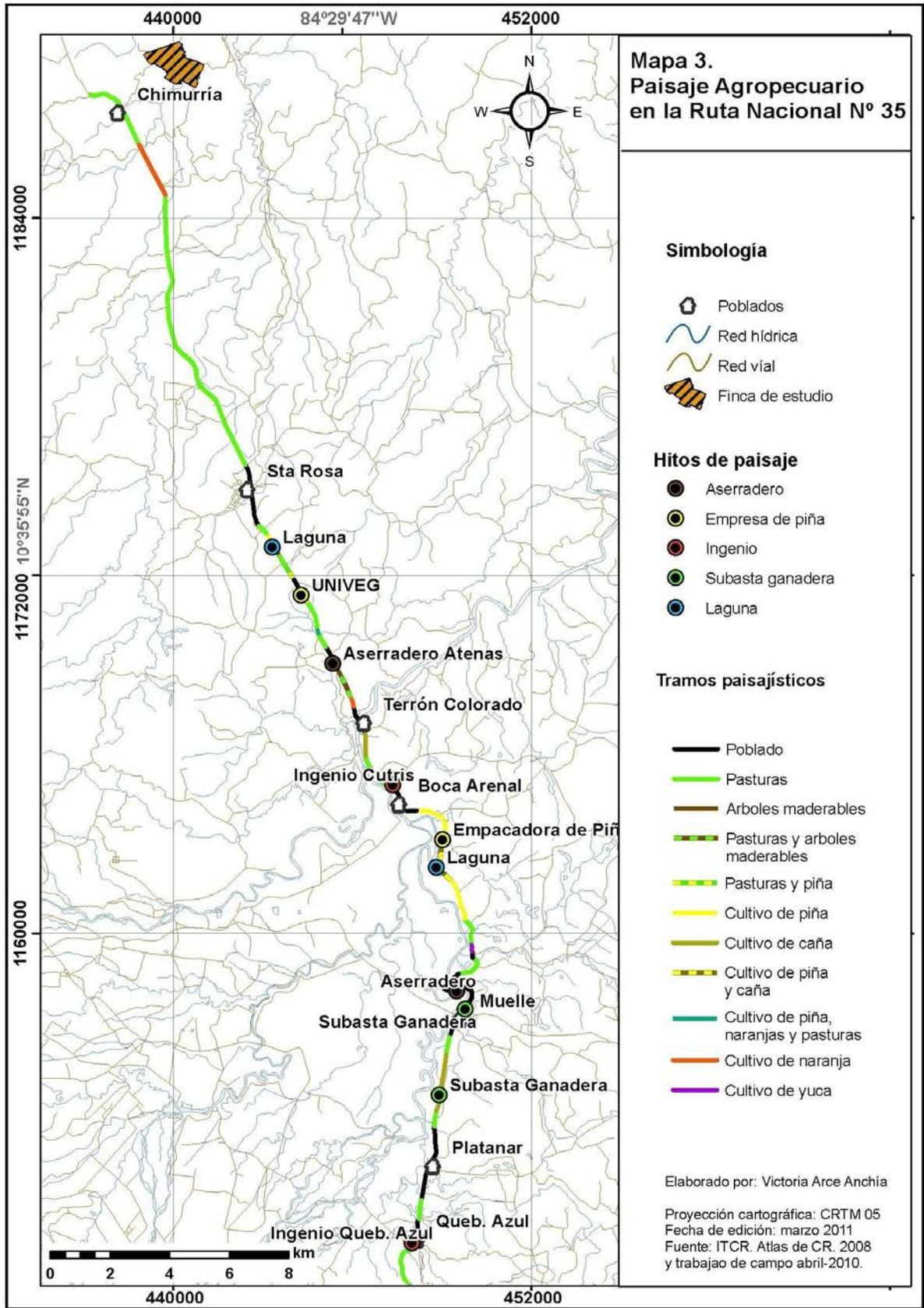


Figura 7. Uso de la tierra en la Región Huetar Norte de Costa Rica, según Censo Agrícola 2005.
Fuente: Barrientos y Chaves (2008)

Esta ruta representada en el mapa 3, identifica el uso de pasturas como la actividad agrícola con más número de apariciones, según observaciones a cada lado de la carretera; siguen, con menor número, los cultivos de piña (*Ananas comosus*) y caña (*Saccharum officinarum*), mientras que la siembra de árboles maderables, de yuca (*Yucca filamentosa*) y de naranja (*Citrus sinensis*) tienen una representatividad mínima a lo largo de estos 45 km de ruta. Estas apreciaciones, a cada lado de la carretera, dan un panorama de la actividad agropecuaria de la zona; sin embargo, la proporcionalidad real en coberturas la presenta la figura 7.

Este sector analizado abarca una longitud de 45 km sobre la ruta 35, desde el poblado Quebrada Azul (448.160 m FE - 1.149.723 m FN) hasta el poblado Chimurría (438.136 m FE - 1.187.658 m FN). En este trayecto, además de las actividades agropecuarias, se observan ecosistemas importantes para la biodiversidad, como los cuerpos de agua lagunares, producto de la relación entre el clima de la zona y las condiciones edáficas.



Estos espejos de agua aparecen en relieves cóncavos, a partir del agua que se infiltra en la topografía convexa en suelos francoarcillosos, donde el agua percola lentamente hacia el interior del terreno y, por capilaridad, aflora en la depresión. Un ejemplo de estas lagunas es la ubicada en Santa Rosa de Pocosol (fotografía 11).



Fotografía 11. Laguna ubicada en las cercanías del poblado Santa Rosa de Pocosol. Este espejo de agua se encuentra al lado de la carretera y está cercado por el cultivo de piña y yuca.
Fuente: Arce Anchia, V. (2010)

Otro de los rasgos del paisaje sobre este trayecto son las estructuras físicas de las actividades agropecuarias, como en el caso de las subastas ganaderas, las empresas piñeras, los ingenios de caña y los aserraderos, que responden a la producción agropecuaria de esta zona (mapa 3).

El mapa 3 representa la competencia agropecuaria y la amenazante expansión de algunos cultivos industriales, en detrimento de actividades familiares, como la producción ganadera.

De hecho, otro elemento importante representado en el mapa son los tramos de poblados inmersos en este desarrollo agropecuario, como Quebrada Azul, Platanar, Muelle de San Carlos, Boca de Arenal y Terrón Colorado, los cuales se desarrollan linealmente (caserío ubicado al lado de la carretera). Este patrón difiere en el poblado de Santa Rosa de Pocosol,

pues su crecimiento se va desarrollando a modo de cuadrícula “de ciudad”, como el poblado con más desarrollo comercial, cercano al área de estudio.

Los poblados ganaderos, como Platanar, Muelle, Terrón Colorado, Santa Rosa o Chimurria, tienen en común la producción ganadera, pero presentan elementos distintos, como el sistema de pastoreo extensivo o rotativo; el tipo de producción, si es ganado de leche, de cría, de desarrollo o de engorde; también si cuentan con pastos mejorados como *Brizantha*, *Mombaza*, *Estrella africana (Cynodon nlemfuensis)* o pastos naturales como *Ratana (Ischaemum ciliare)*; o el tipo de cerca: viva o de postes muertos.

Además, parte de la dinámica física de estas fincas ganaderas está pautada por el relieve, que, como se indicó en el capítulo anterior, está afectado por las condiciones climáticas. En el caso de las llanuras, estas son alteradas por la dinámica hídrica, específicamente por los continuos desbordamientos de ríos. No obstante, estas inundaciones conllevan beneficios directos a las áreas de pasturas (Fotografía 12), pues favorecen la productividad de los suelos con el acarreo de sedimentos, y la mejora en la calidad de la producción de materia verde para consumo animal. También existe el riesgo de la pérdida de animales.



Fotografía 12. Desbordamiento del río Chimurria, en la llanura ganadera del potrero Llano de la Casa, en la Finca El Ceibo. Este evento sucede como mínimo dos veces por año. Fuente: Arce Anchía, V. (mayo de 2010)

Las inundaciones pueden también afectar las pasturas, más aun en suelos con baja capacidad de permeabilidad, por el exceso de humedad, el cual puede perjudicar el desarrollo de las pasturas. Por ello, como medida de prevención, los finqueros hacen canales en el terreno, para dragar el agua acumulada y así agilizar el desagüe (Fotografía 13), aunque esto signifique cambios en el paisaje de ciénaga por esta intromisión humana.



Fotografía 13. Canal construido para dragar con mayor rapidez los terrenos inundados. Se localizan en la inmediación del cauce fluvial, siempre en zonas llanas.
Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

Estos canales constituyen prácticas no aceptables ecológicamente. Sin embargo, son acciones ejecutadas para cumplir los objetivos de subsistencia de una actividad, en este caso para evitar la pérdida de pasturas por la saturación del suelo. Esta práctica se presenta en dos potreros de la finca El Ceibo: en el apartado Adentro del Río y en el potrero Llano de la Casa (mapa 4); como el área de llanura es bordeada por lomas, el agua no tiene salida, y por la lenta permeabilidad de 0,5 cm/h, el suelo sufre una alta saturación y, por ello, la probabilidad de pérdida de pasturas es alta.

Lo anterior es un ejemplo de cómo el ser humano moldea su entorno geográfico para llevar a cabo prácticas o actividades que, por sí solas, no perjudican el medio ambiente, pero que,

según las técnicas aplicadas, sí pueden ocasionar daños. La finca El Ceibo es un agrosistema, con ganadería semiintensiva de producción de carne; dependiendo de cómo se dé esta actividad, puede perjudicar o beneficiar el ecosistema. El siguiente apartado describe cómo está constituido este agrosistema.

2.2 Agrosistema de la finca El Ceibo

El elemento principal de la finca ganadera es el ganado. En el caso de estudio, es el tipo bovino del género *Bos taurus*³, utilizado para el desarrollo de la producción cárnica. Es un individuo herbívoro, cuyo alimento primordial son los pastos, pero también se alimenta de frutos, arbustos o de hojas. Además, por su fisonomía, es propenso a dañar las plantas, por lo cual es un ente modificador del paisaje.

Por lo anterior, el ganado de la finca El Ceibo se posiciona en el centro del diagrama del agrosistema pecuario de la Figura 8, donde los elementos bióticos (suelo, plantas, seres vivos), abióticos (precipitación, temperatura) y antrópicos (acción del ser humano) se interrelacionan, para llevar a cabo la actividad pecuaria.

Algunas de las funciones del ganado bovino en este agrosistema son las siguientes:

- Diseminador de semillas: al consumir frutas o semillas, dispersa la semilla a través de las excretas, lo cual facilita la germinación, ya que, en el tracto digestivo del animal, los jugos gástricos desintegran la cubierta seminal de las semillas (FAO, 1991).
- Transformador de la vegetación arbórea dispersa: al consumir las hojas y ramas de los árboles (acción de ramonear), ocasiona daños físicos de raspado en la corteza, consumo

³ El bovino proviene de la familia de mamíferos *Bovidae*. El toro es de la subfamilia *Bovinae*, perteneciente al género *Bos taurus*

de yemas y quiebra de ramas, que en algunos casos evita el desarrollo de vegetación arbórea (Pezo *et al.*, 1999).

- Modificador de las propiedades físicas del suelo: con el aporte de materia orgánica, por medio de las excretas, beneficia el suelo pero a la vez lo perjudica, por la compactación que genera al pisotearlo. Esta afirmación no es tan evidente, por cuanto los valores de mayor compactación se dieron en suelos desnudos (figura 10, pág. 68), que ya de por sí no cuentan con los beneficios de los suelos con cubierta vegetal.

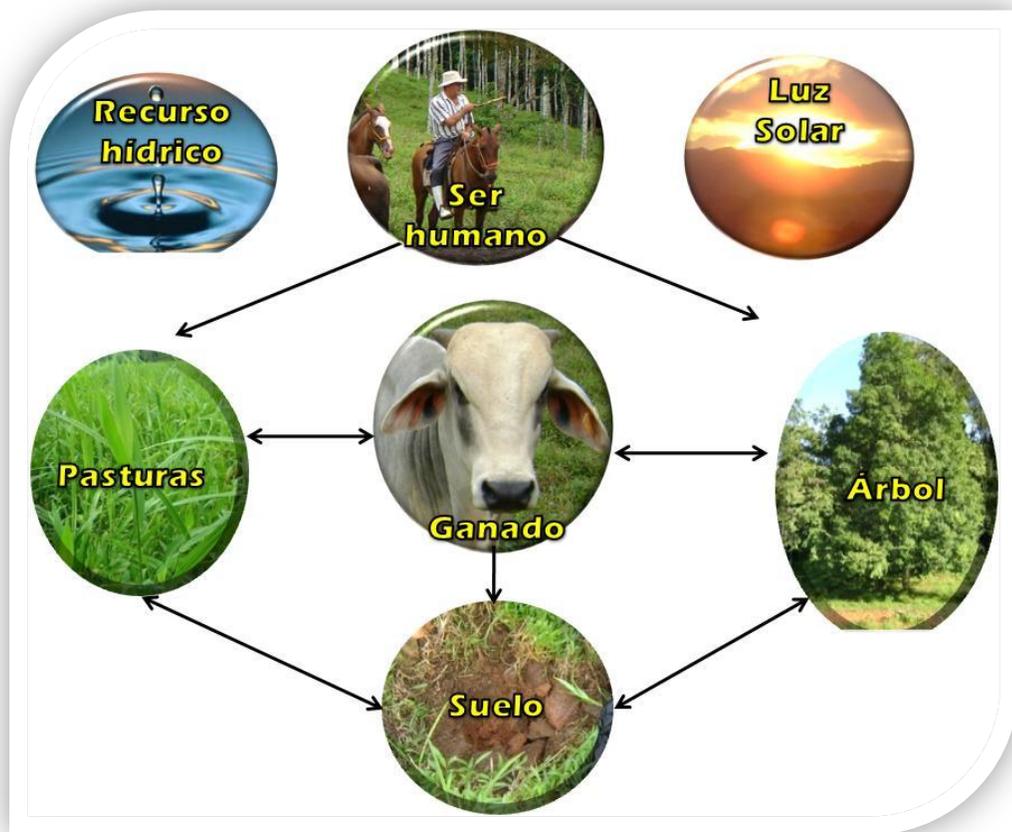


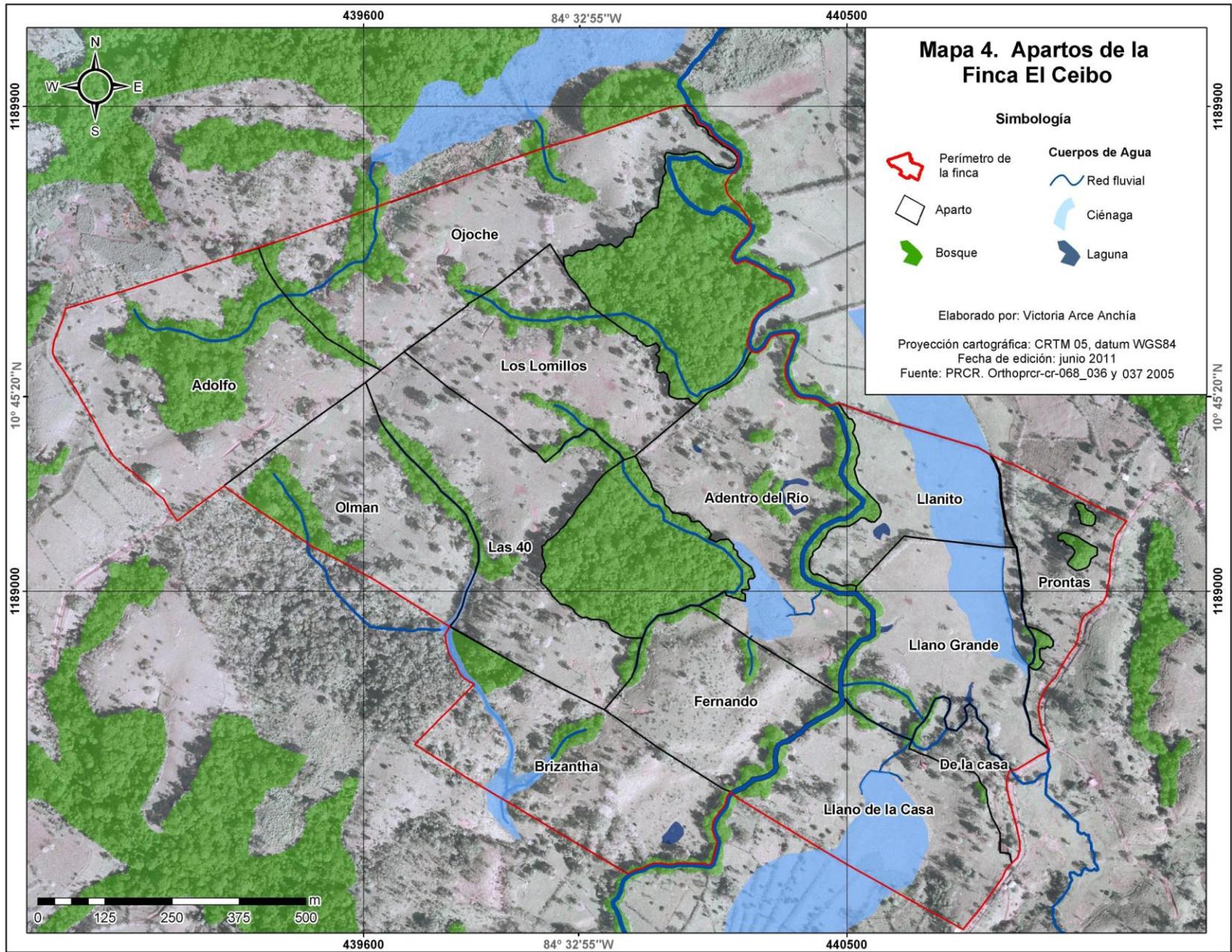
Figura 8. Diagrama del agrosistema de la finca El Ceibo. Elementos directos: el ganado, el ser humano, la vegetación (árboles, pastos) y el suelo; y los elementos abióticos como la precipitación y la radiación (temperatura), que aportan energía al sistema. Fuente: Elaboración propia, 2011

Por su parte el ser humano, representado también en la figura 8 como parte de los componentes del agrosistema, maneja los recursos en pro de la productividad de su finca, desde la corta o siembra de árboles, implementación de cercas vivas o la poda que realiza sobre estas. También modifica el paisaje con las chapias en los potreros, aplicadas para eliminar la “mala hierba” o eliminar el matorral que se forma en los bordes de los bosques. Esta acción influye en la frecuencia de avistamiento de especies de mamíferos terrestres, la cual se reduce significativamente en los días posteriores a la “limpia” del potrero.

Otra de las acciones que lleva a cabo, en el manejo del espacio finquero, es la división de apartos para el pastoreo, los cuales se localizan en el mapa 4. Son un total de trece potreros: Llano de la Casa, ubicado cerca de la casa del propietario; Llano Grande y Llanito, localizados en el margen este, aguas abajo del río Chimurría; Adentro del Río, ubicado en el margen oeste aguas abajo, del mismo río; potrero Los Lomillos, constituido primordialmente por dos lomas; el apto Las 40, conserva el nombre del tamaño de la parcela de 1970, que eran 40 manzanas; El Brizantha, llamado así por la especie de pasto que se sembró, luego de que una plaga eliminara el pasto Ratana (*Ischaemum ciliares*); El Ojoche, que debe su nombre a árboles dispersos de esta especie; y por último, los potreros Fernando, Adolfo y Olman, que mantienen el nombre de su antiguo dueño.

En estos apartos pastorea un total de 193 cabezas de ganado, equivalentes a 144 UA¹, divididas en siete hatos y distribuidas espacialmente de acuerdo con las características físicas de cada apto (área, tipo de pasto), o cuestiones propias de la actividad, sea sexo (hembra-macho) o edad, tal como se indica en el cuadro 2.

¹ UA: unidad animal es la medida utilizada para equilibrar los datos de carga animal, de manera que una unidad animal equivale a 400 kg de peso (ver clasificación en el apéndice 4).



El cuadro 2 muestra los tres sistemas de pastoreo presentes en la finca: el rotativo, empleado con los lotes de vacas de cría (VC1), novillos y terneros, los cuales pastorean en tres apartos cada uno (siendo lo ideal un mayor número de potreros); el sistema alterno, aplicado en los potrero Llano Grande y Llanito por el hato de los toretes; y el pastoreo continuo, dado en los potreros Llano de la Casa, Potrero de la Casa y Prontas, con el otro lote de vacas de cría (VC2), las lecheras y las prontas.

Cuadro 2. Descripción de los apartos por unidad animal (UA), superficie de área y sistema de pastoreo (SP)

Nombre del apto	S.P	Área (ha)	Hato	Cantidad de individuos	UA
Llano de la Casa	C	10,29	VC 2	12 vacas, 1 toro, 5 vaquillas, 5 terneros, 2 caballos	21,2*
Potrero de la Casa	C	1,65	Lecheras	2 vacas, 2 terneros, 1 caballo	3,6*
Prontas	C	4,67	Prontas	8 vacas y 1 ternero	8,3
Adolfo	R	11,53	VC1	1 toro, 16 vacas, 8 vaquillas, 6 novillas y 15 terneros	32,8
Olman	R	7,75	VC1/	1 toro, 16 vacas, 8 vaquillas, 6 novillas y 15 terneros // 15 terneros y 30 novillos pequeños	32,8 / 24
Ojoche	R	14,19	Terneros		
Brizantha	R	10,71	Terneros	15 terneros y 30 novillos pequeños	24
Fernando	R	7,39	Terneros	15 terneros y 30 novillos pequeños	
Los Lomillos	R	9,32	Novillos	26 novillos grandes y 18 novillos pequeños	35,1
Las 40	R	11,67			
Adentro del Río	R	11,52	Novillos/ Toretas	26 novillos grandes y 18 novillos pequeños //18 toretas y 1 caballo	35,1/ 19

Continuación del cuadro 2

Llanito	A	6,73	Torettes	18 torettes y 1 caballo	19*
Llano Grande	A	9,68	Torettes		
Total		117,1		193 bovinos	144

SP - Sistema de pastoreo: C= continuo, R= rotacional, A= alterno

VC= vacas de cría, el hato más grande se denomina VC1, y el hato con menor número de vacas es el VC2.

* Potreros pastoreados también por equinos; equivalente a 1 UA, por lo cual se suma 1 UA.

Fuente: Elaboración propia, 2011

Por consiguiente, el ganado se divide en dos grandes grupos: las hembras y los machos:

- Las vacas se agrupan en cuatro lotes: las lecheras, con 2,6 UA, ubicadas en el potrero de la Casa, y tres hatos dedicados a la cría: el de 32,8 UA, denominado VC1, pastorea en los potreros Adolfo, Ojoche y Olman; el VC2, con 19,2 UA (VC1), pastorea en el potrero Llano de la Casa; y el hato de las prontas, con 8,3 UA, se localiza en el potrero Las Prontas.
- Los toros se dividen en tres grupos: a) los terneros, en etapa de posdestete, con edades de 6 a 14 meses, pastorean en los potreros Fernando, Brizantha y Ojoche, con 24 UA; b) los novillos, cuyas edades están entre 14 y 21 meses, se rotan en los potreros Las 40, Los Lomillos y Adentro del Río, con 35,1 UA; y c) los torettes, con edades de 22 a 27 meses, se alternan en Llano Grande, Llanito y, en algunas ocasiones, en el potrero Adentro del Río; estos son 18 UA, pero hay 19 UA pastoreando, por la presencia de un caballo en el grupo.

Cada aparto cuenta con las condiciones de abastecimiento que requiere el ganado, en la disponibilidad de forraje y el recurso hídrico. En el caso de los bebederos, estos se ubican en los cauces fluviales y lagunas estacionales; estas últimas son formaciones pluviales, gracias a las condiciones climáticas de la zona.

De hecho, la precipitación, como uno de los elementos que inyectan energía al agrosistema, aparte de revitalizar a los seres vivos, es una variable que mejora el rendimiento de la actividad ganadera. Este beneficio se interrelaciona con las condiciones edáficas de la finca, al repercutir a su vez en la producción de pasturas.

En la finca hay tres tipos de pasturas: Tanner (*Brachiaria radicans*), Ratana (*Ischaemum ciliare*) y Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), los cuales se localizan en suelos francoarcillosos, con una conductividad hidráulica lenta ($K= 0,5$ cm/h), propensa a generar escorrentía superficial, que se aliviana un poco en suelos cubiertos de pasturas.

Precisamente, los casi 2000 mm de precipitación anual que en promedio registra la zona donde se ubica la finca El Ceibo, repercuten en una producción de pasturas por metro cuadrado, de 6,9 KgMV en pasto Tanner (*Brachiaria radicans*) y 3,9 kgMV en pasto Ratana (*Ischaemum ciliare*) (muestreo elaborado en los potreros Fernando y Llanito). Esta diferencia es marcada por el contenido de humedad de cada pastura (85% en Tanner y 80% en Ratana) y por las alturas de cada especie de pasto (figura 9).

En la finca, la distribución del pasto Tanner (*Brachiaria radicans*) representa solo un 8% del área de pasturas, el pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo el 2% y el Ratana (*Ischaemum ciliare*) el 90%. El pasto Tanner es una pastura de distribución espacial más zonal, desarrollada en ambientes mal drenados, de ciénaga, cuyo suelo presenta mala oxigenación, tal como lo ilustra la Fotografía 14, con presencia de motas grises.

El Tanner es una gramínea que puede alcanzar alturas superiores al Ratana, hasta de 70 cm (figura 9). Se distribuye en algunos sectores de los potreros Adentro del Río, Llano de la Casa, Llano Grande y Llanito (mapa 4). Dada esta distribución, es una pastura no consumible por el lote de vacas de cría (VC1), las prontas y las lecheras.



Fotografía 14. Suelo franco arcilloso, con presencia de motas grises, indicador de mala oxigenación del suelo, localizado en la ciénaga del potrero Llano de la Casa.
Fuente: Arce Anchía, V. (marzo de 2010)

Por su parte, el pasto Ratana (*Ischaemum ciliare*) no sobrepasa la altura de 40 cm (Figura 9), y está localizado en áreas cuyo relieve es multiconvexo, sobre topografía más irregular, tal como lo presentó el mapa 2, pág. 10. El pasto Tanner (*Brachiaria radicans*) se localiza en áreas planas o en relieve cóncavo, donde hay acumulación hídrica, como los ambientes de ciénaga. En cuanto al Ratana, si bien se localiza en áreas llanas, no se distribuye en ambientes de suelos mal drenados; de hecho, tiene una distribución más desordenada, sin ningún patrón, tal como se representa en el mapa 12.

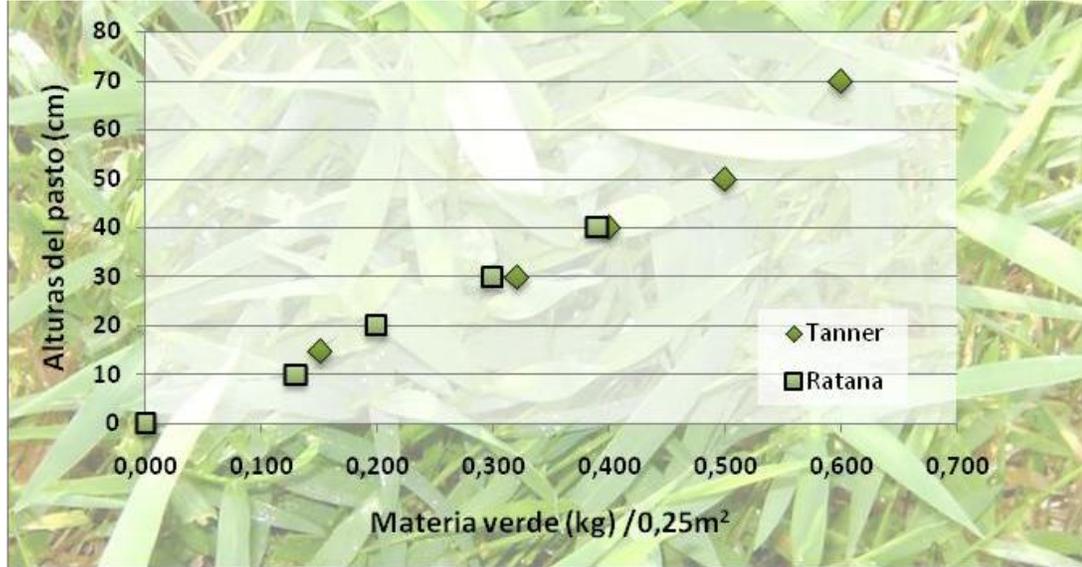


Figura 9. Alturas de pasturas según la especie de gramínea (Ratana y Tanner), y sus repercusiones en el peso de materia verde (kg). Fuente: Elaboración propia, 2011

Estas características forrajeras deben su distribución a las propiedades del suelo, el cual, como elemento de este agrosistema, da soporte para el desarrollo de toda la vegetación, al aportar los nutrientes necesarios para su desarrollo. A su vez, recibe nutrientes en materia orgánica proveniente de los árboles (troncos caídos o cortados y la hojarasca) y la excreta animal.

Incluso, el simple proceso de defoliación (hojas caídas) produce un mantillo de hojarasca sobre el terreno (fotografía 15), el cual ejerce dos efectos: brinda protección al sustrato edáfico en época de lluvia, al evitar que las gotas de lluvia impacten directamente sobre este; y aporta materia orgánica, cuando se descompone la hojarasca o los árboles caídos. En contraposición, esta misma cubierta de hojarasca puede evitar el crecimiento de las pasturas, al impedir el proceso de fotosíntesis, por lo cual es perjudicial en la producción de pasturas para el consumo animal.

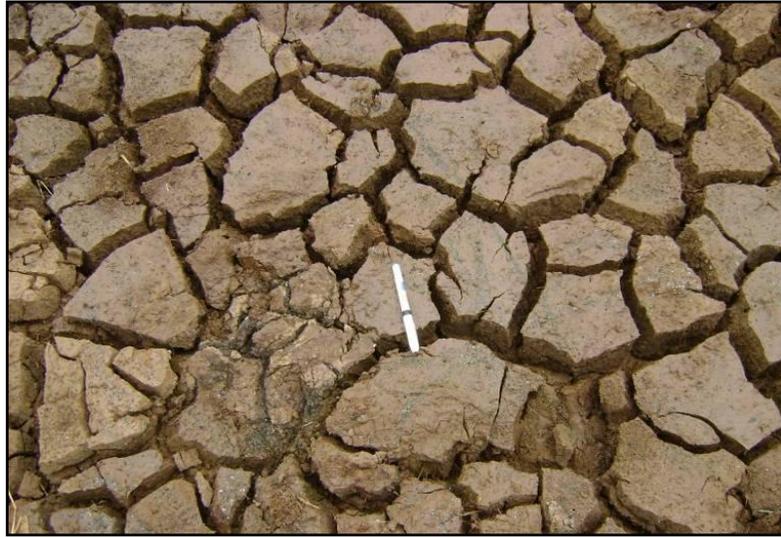


Fotografía 15. Mantillo de hojarasca, en el potrero de La Casa, generada por el árbol de Guaba. Fuente: Arce Anchía, V. (2010)

2.2.1. El suelo y su relevancia física en el agrosistema ganadero

Para el análisis del suelo superficial, se tomó un total de seis muestras, representativas de las siguientes unidades ambientales: interior de bosque, pendiente deforestada, suelos descubiertos, ciénaga, mesa y llanura de inundación. Estas indicaron una textura predominante francoarcillosa y arcillosa en suelos desprovistos de vegetación, cuyo contenido de arcilla era de un 46%, por encima de los datos de áreas de llanura, con solo 32% de arcillas (apéndice 5).

Las arcillas de esta zona son esmectitas (Cortes, 2004), caracterizadas por el comportamiento de esponja (hinchamiento y contracción) en la estación lluviosa. En este período (mayo a diciembre) ocurre el proceso de hinchamiento, por la infiltración de agua precipitada y la respectiva hidratación en los suelos, lo cual hace que se hinchen y sean más pesados; pero en estación seca (enero a abril), las arcillas se contraen y se conforman en bloques con grietas en promedio de 3 cm de ancho, ante la ausencia de agua (fotografía 16).



Fotografía 16. Suelo arcilloso desprovisto de vegetación y conformado en bloques en la estación seca, de enero a abril. Fuente: Arce Anchía, V. (marzo de 2010)

Este comportamiento de esponja tiene un límite de saturación. Después de este umbral sobrepasa la capacidad de retención y, al dejar de infiltrar el agua, se da la escorrentía superficial. Esto se presenta con mayor frecuencia en suelos desnudos, donde la infiltración es lenta, característica similar a las áreas de pendiente, llanuras, altiplanos y sectores de ciénaga (Fotografía 17).



Fotografía 17. Suelo desnudo en un altiplano en el potrero Los Lomillos, con un 46% de arcillas. Presenta una permeabilidad lenta, menos de 1 cm/h. Fuente: Arce Anchía, V. (diciembre de 2009)

A lo anterior se añade que, por ser suelos sin cobertura vegetal, sin raíces que interactúan con el suelo, presentan un valor alto de compactación (5 kg/cm^2) y una densidad aparente también alta ($1,2 \text{ g/cm}^3$). Por esa razón, es justificable su lenta permeabilidad ($0,3 \text{ cm/h}$); de ahí lo recurrente a suelos encharcados, como el de la fotografía 17.

En contraparte, las áreas con vegetación reducen la posibilidad de saturación de suelos, precisamente por la presencia de raíces, que mejoran la cantidad de poros del suelo. Por ello, esta conductividad hidráulica en el interior de manchas boscosas resultó de $11,9 \text{ cm/h}$, lo cual es moderadamente rápido, debido tanto al contenido en materia orgánica como al número de raíces presentes en estos ambientes. A su vez, la densidad aparente fue de $0,8 \text{ g/cm}^3$, y su compactación también fue baja, de $0,2 \text{ kg/cm}^2$, tal como se aprecia en la figura 10.

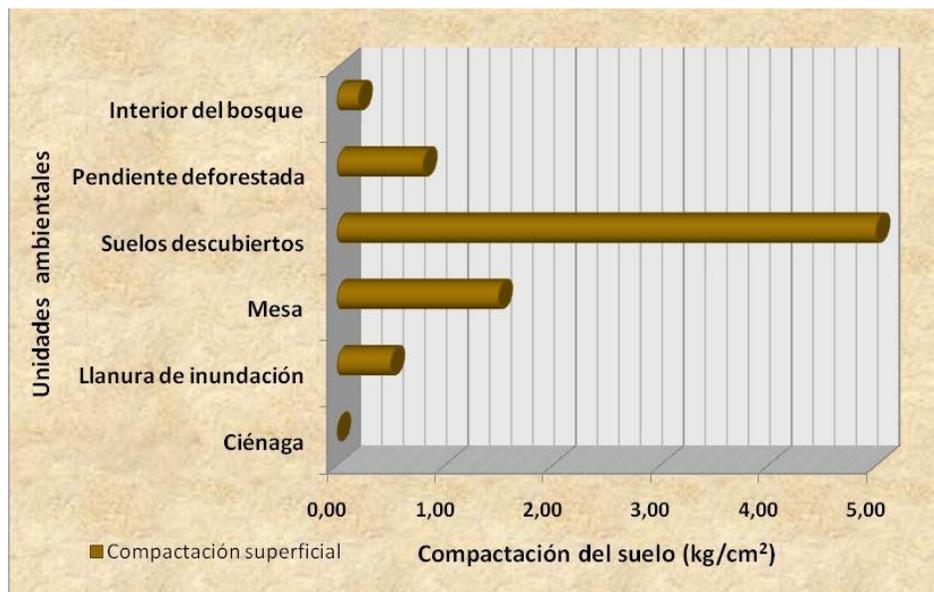


Figura 10. Compactación del suelo en la finca El Ceibo, por unidades ambientales, obtenida con el penetrómetro. Fuente: Elaboración propia, 2011.

Precisamente, por constante pisoteo a que son sometidos estos suelos, se midió la compactación en distintos ambientes, sobre todo por ser una variable que incide en la

permeabilidad de líquidos. Sin embargo, los resultados no fueron los esperados, pues en promedio cada unidad ambiental registró una baja compactación de $1,4 \text{ kg/cm}^2$ (figura 10).

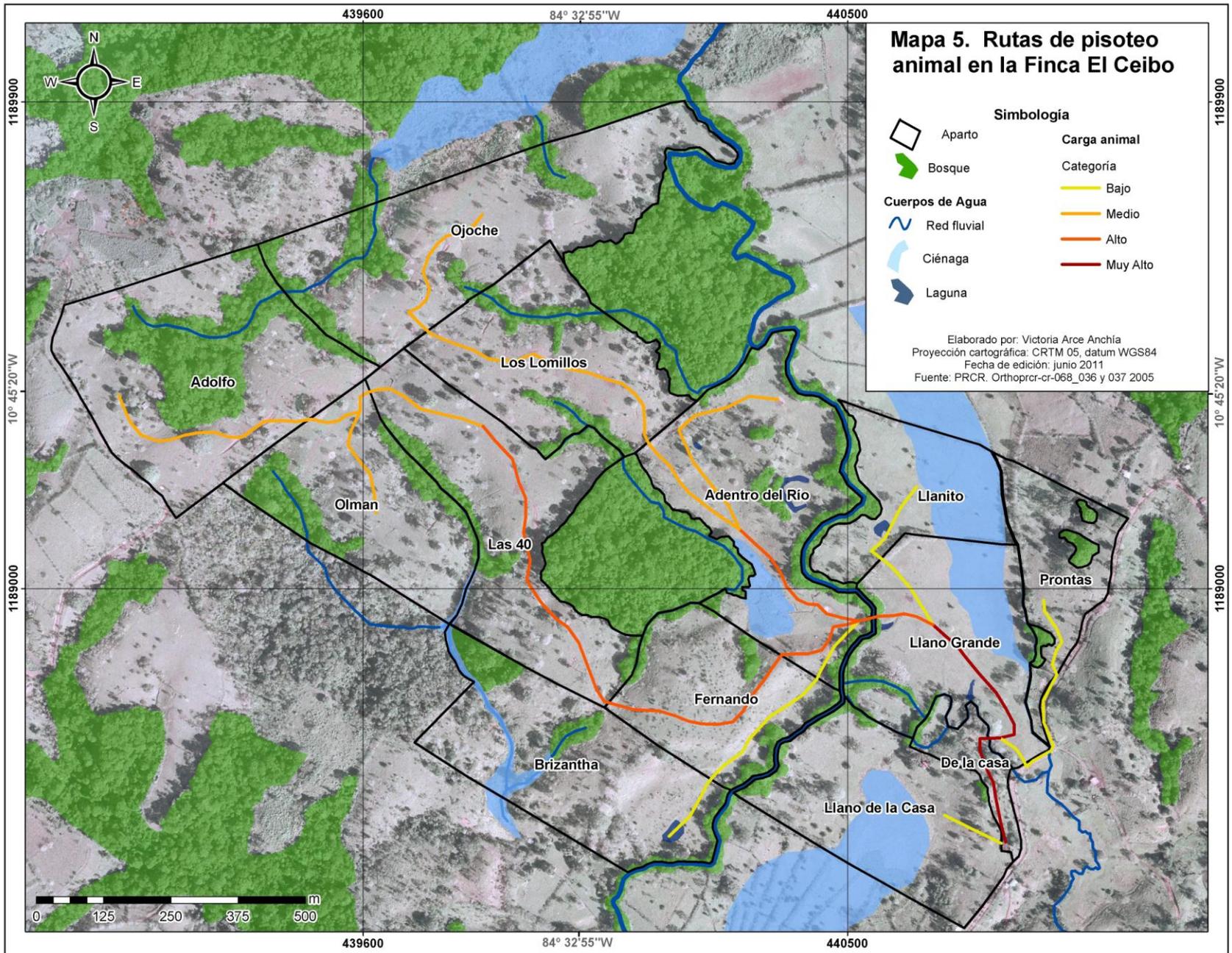
Como bien se dijo previamente, solo los suelos descubiertos presentan el mayor número, con un máximo de 5 kg/cm^2 de compactación, valor distinto al presentado en el interior del bosque, o incluso al de las ciénagas; estos últimos se caracterizan por la frecuente acumulación hídrica, ausencia de árboles y formaciones cóncavas, con una compactación nula. En contraposición, las áreas de llanura con pasturas altas (40 a 60 cm) que sí están en contacto con la ganadería, presentaron datos similares, de $0,5 \text{ kg/cm}^2$.

Los suelos desnudos se distribuyen en toda la finca, en las áreas que con mayor frecuencia reciben el pisoteo del ganado. Estos son los segmentos lineales, identificados en el mapa 5. Son trillos o “camino de vaca”, por donde el ganado circula cada vez que va al corral (una vez al mes) para los cuidados veterinarios (control de parásitos externos —moscas, garrapatas y tórsalos— e internos —gastrointestinales—), por lo cual están desprovistos de vegetación.

2.2.2 Las rutas de más pisoteo en la finca

Las rutas de pisoteo se categorizan según la cantidad de unidades animales que pueden circular por ahí un día al mes. Se clasifican por la carga animal, en baja, media, alta y muy alta, para facilitar la representación cartográfica de las rutas por unidad animal (UA).

En el caso de la carga animal baja, representada en el mapa, es una ruta por donde pasan de 8 a 24 unidades animales; la carga media es cuando pisotean un mínimo de 25 y un máximo de 67 unidades animales; la carga alta comprende el paso entre 67 y 91 animales; y una carga muy alta representa el traslado de más de 100 unidades animales hacia el corral (mapa 5).



La carga baja corresponde al hato de las prontas, con 8 UA; el grupo de los toretes, con 18 UA; las vacas de cría (VC2), con 19,2 UA; y los terneros con 24 UA. Se desplazan en promedio desde donde parte la línea marcada en el mapa, considerando que en dicho sitio se ubica el hato al momento del arreo⁵.

En cuanto a la carga media, representa recorridos por un hato ganadero, con un número mayor de unidades animales; en este caso, el otro grupo de vacas de cría (VC1), con 32,8 UA, y los novillos con 35,1 UA. El grupo de vacas VC1 suelee pastorear en los potreros Adolfo, Olman u Ojoche, mientras que los novillos lo hacen en el potrero Las 40, Los Lomillos y Adentro del Río. De manera que la carga alta representa los casos en que ambos grupos pasan por el mismo sitio y se les une el hato de los terneros.

Ya en la categoría muy alta, está la suma de las UA de esos tres hatos de ganado, más la aportada por los toretes con 18 UA y luego el hato de las prontas con 8 UA. Estos continuos recorridos se dan por falta de una mejor ubicación del corral. A juicio del experto, siempre se recomienda el diseño pastel, en el que el corral se ubica en el centro de la propiedad, como nodo de conectividad entre todos los apartos; así se evita colocar bebederos y comederos en todos los apartos, pues todos se instalarían en el corral. Esto también facilita que el ganado recorra distancias cortas para la revisión veterinaria, con lo cual no se producen pérdidas de masa corporal.

Sin embargo, para el caso en estudio, la finca cuenta con reservas boscosas en el centro de la propiedad. Sumado a lo extenso del área y a la inversión que significaría implantar ese diseño, no es viable para el caso de esta finca. Además, el único hato de ganado que merece cuidado para evitar pérdida de masa corporal es el de los toretes, por tratarse del hato que está en la etapa final de engorde. Este grupo se ubica a solo 600 metros del corral. Por lo tanto, no hay afectación grave en la actividad ganadera, con respecto a la localización del corral.

⁵ Acción de juntar el hato de ganado, para arriarlo o trasladarlo hacia un destino específico.

En cuanto a la distribución del ganado, este responde a los siguientes criterios:

2.2.3 Distribución espacial del hato ganadero

La distribución espacial del ganado en la finca, responde principalmente a dos situaciones: disponibilidad de pasturas y género. En la primera, como la actividad es producción cárnica, el ganado principal son los lotes de los machos, en particular de engorde, de manera que estos se distribuyen en los mejores potreros forrajeros de la finca, que son el Llanito y Llano Grande, cuya pastura principal es el Tanner (*Brachiaria radicans*). Otra razón del que pastoreen ahí es la proximidad al corral, como se indicó previamente.

En cuanto a la razón de género, obedece a que se busca que los machos no se ubiquen cerca del hato de hembras, para evitar dos situaciones: en el caso de los toretes, evitar que varios toros intenten preñar a las vacas, lo cual puede provocar problemas de consanguinidad (madre e hijo o hermanos); y en el caso del hato de los terneros, el mal cercado y la cercanía con hatos de hembras aumentan la probabilidad de un retroceso en el proceso de destete.

Por ello, cada hato de vacas de cría tiene un toro encargado de saltarlas para preñarlas. Este toro se escoge minuciosamente, pues debe tener una fisonomía y genética óptimas; por ejemplo, con un fenotipo similar a la raza Brahman, según la preferencia del propietario, en este caso.

Por lo anterior, cuando el hato VC1 pastorea en el apartado Adolfo, el hato de los novillos puede pastorear en el potrero Las 40 o en Los Lomillos (ver mapa 4, pág. 60), y los potreros Ojoche y Olman están desocupados. Si las hembras están pastoreando en el potrero Ojoche, los terneros pueden estar en el potrero Olman, pero Las 40 y Los Lomillos deben estar desocupados; y si las vacas pastorean en el Olman, el potrero Las 40 está

desocupado, y Los Lomillos y el Ojoche pueden estar ocupados por los novillos y terneros, respectivamente.

En el caso de la ubicación espacial de las vacas prontas, estas se trasladan de cualquier hato de vacas de cría hasta el potrero Las Prontas, un potrero de menor tamaño —5,01 ha—; en él pastorean en promedio ocho vacas durante todo el año, por lo que es un apartado sin días de descanso. Su ubicación tiene la ventaja de que, al apartar la vaca, es más fácil brindar atención o vigilancia a la cría; en esta labor, ayuda el tamaño del apartado y la proximidad a la casa del propietario y del peón, lo cual mejora la vigilancia para la protección de la cría contra las aves de rapiña.

La distribución del ganado en esta propiedad se da en un 75% del terreno, del cual un 18% equivale a dos apartos. Estos se muestrearon para estimar los tipos de especies arbóreas en la finca y la densidad de árboles según el ambiente topográfico, por cuanto la cobertura arbórea brinda beneficios al hato ganadero, sea la sombra en los potreros o los frutos de los árboles.

2.2.4. Importancia ecológica de los árboles dispersos en la finca ganadera

Los árboles, como elemento del paisaje ganadero, cumplen una serie de funciones en el agrosistema, algunas ya mencionadas *grosso modo*, como el aporte de materia orgánica al suelo y ser fuente de alimento para los seres vivos. Sin embargo, su importancia va más allá, por cuanto es un productor de oxígeno natural y un limpiador de dióxido de carbono en la atmósfera. En este sentido, su presencia en ambientes ganaderos es de suma importancia, sobre todo por el aporte de esta actividad en la emanación de gases nocivos a la atmósfera.

Esta finca cuenta con una distribución espacial arbórea en tres coberturas: pasturas arboladas, cercas vivas y manchas boscosas. Por eso se efectuaron varios estudios en la

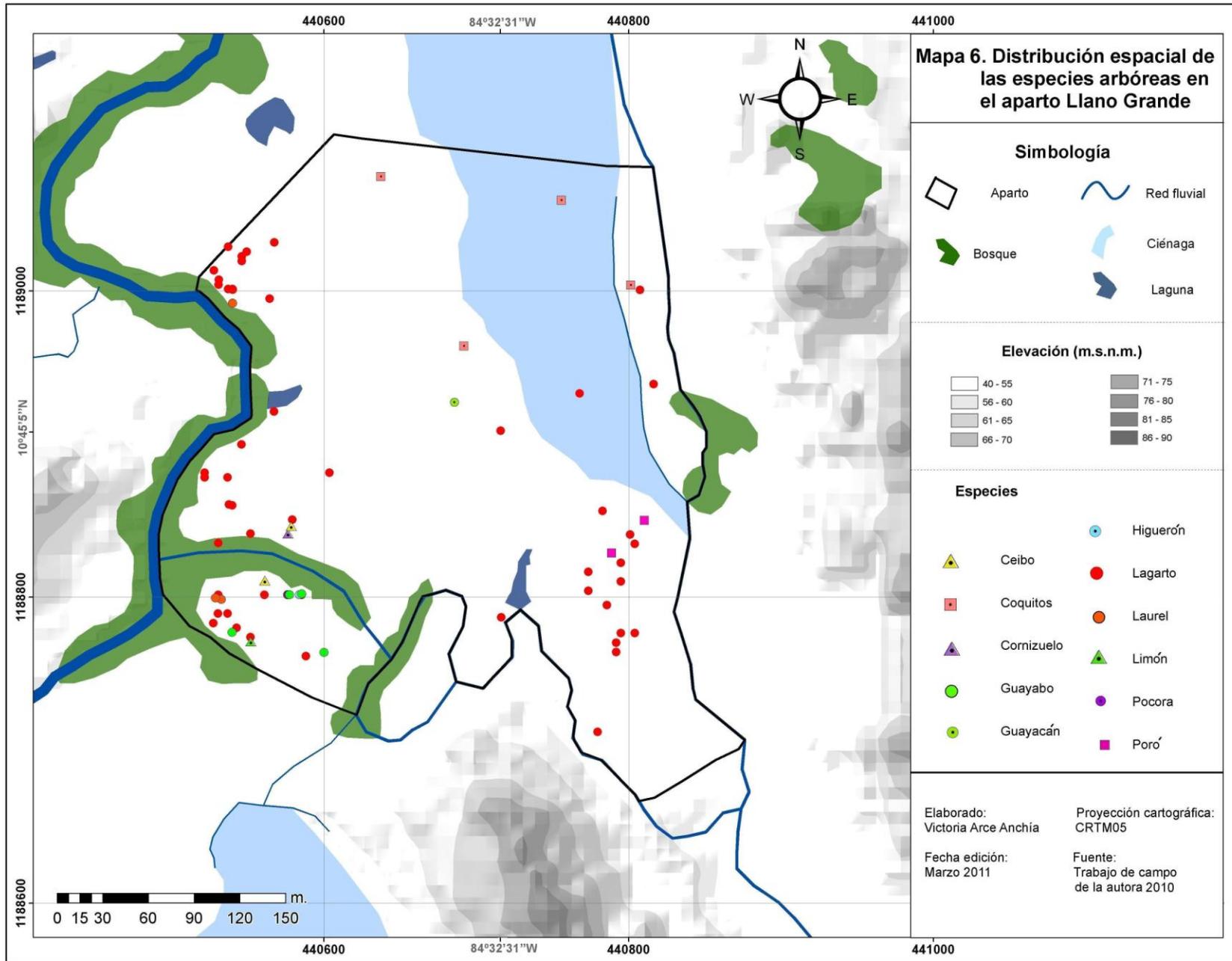
finca El Ceibo: primero, se obtuvo el índice de valor de importancia en dos potreros de la finca, para brindar un panorama del valor forestal de la finca, al considerar el área basal y la densidad relativa de las especies arbóreas y así identificar cuáles especies predominan en la finca; segundo, se consideró resaltar el comportamiento espacial de algunas especies arbóreas distribuidas en toda la finca; y tercero, se señalaron los beneficios que aportan al sistema ganadero.

Índice de valor de importancia (IVI) en dos potreros muestreados

El índice de valor de importancia, de Curtis y McIntosh (1950), es un índice de valoración estructural que se utilizó para determinar las especies leñosas con mayor dominancia en un espacio determinado; más precisamente, la importancia estructural de una especie en particular, respecto a la comunidad florística muestreada (Ruiz y Fandiño, 2009).

Para ello, se muestrearon el apartado Llano Grande (ambiente de llanura) y el apartado Las 40 (ambiente de lomas). Se establecieron tres categorías: a) las pasturas con baja densidad arbórea, ubicadas en apartos de zonas llanas (55 msnm), b) las pasturas con media densidad arbórea, localizadas en relieves ondulados; y c) las zonas boscosas, cuyas coberturas se distribuyen en toda la finca y protegen los distintos hábitats y recursos del agrosistema; estas últimas representan un 25% del total del territorio de esta propiedad.

El muestreo de árboles determinó que en espacios con relieve ondulado la densidad arbórea es más alta que en espacios llanos. Por esta razón, en el caso del Llano Grande se localizaron solo 71 individuos superiores a 2 m de altura, clasificados en once especies de árboles, con una densidad arbórea de 0,74 arb/km², y una dominancia de la especie Lagarto (*Zanrhoxylum sp*) (mapa 6); en el potrero Las 40 se identificaron 505 árboles, clasificados en 34 especies de árboles, con una densidad de 4,4 arb/km², y la especie Laurel (*Cordia alliodora*) fue la dominante.



En el caso del apto Llano Grande, como solo se ubicaron once especies, para los resultados del IVI se consideraron diez especies, incluyendo las de un solo individuo y excluyendo a la Palmera Coquitos, por no ser una especie leñosa; esta se distribuye primordialmente en áreas de suelos mal drenados, como las ciénagas en este potrero.

Los resultados del IVI se presentan en la figura 11, donde se muestra la totalidad porcentual de cada uno de los componentes: la frecuencia relativa (FR), la dominancia relativa (DR) y la densidad relativa (DeR). Se destaca que la especie Lagarto (*Zanrhoxylum sp*) presentó mayor densidad relativa que el resto de las especies identificadas, con un 76%.

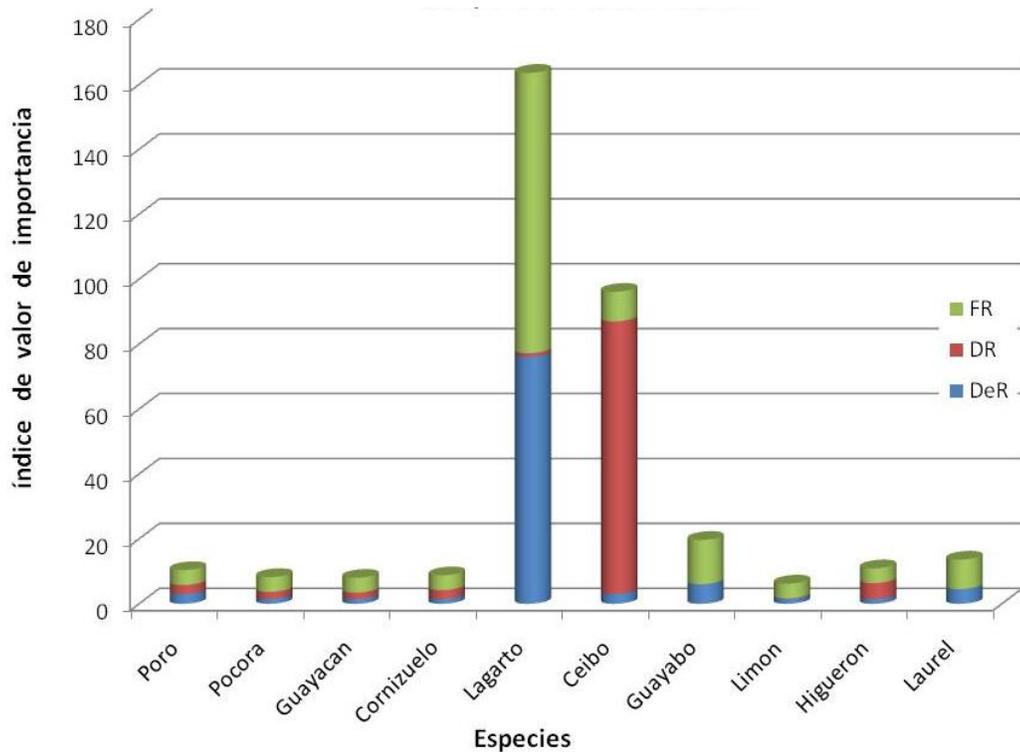


Figura 11. Las especies Lagarto y Ceibo ubicadas en el potrero Llano Grande, presentaron el índice de valor de importancia mayor, con 163% y 96%, respectivamente.
Fuente: Elaboración propia, 2011.

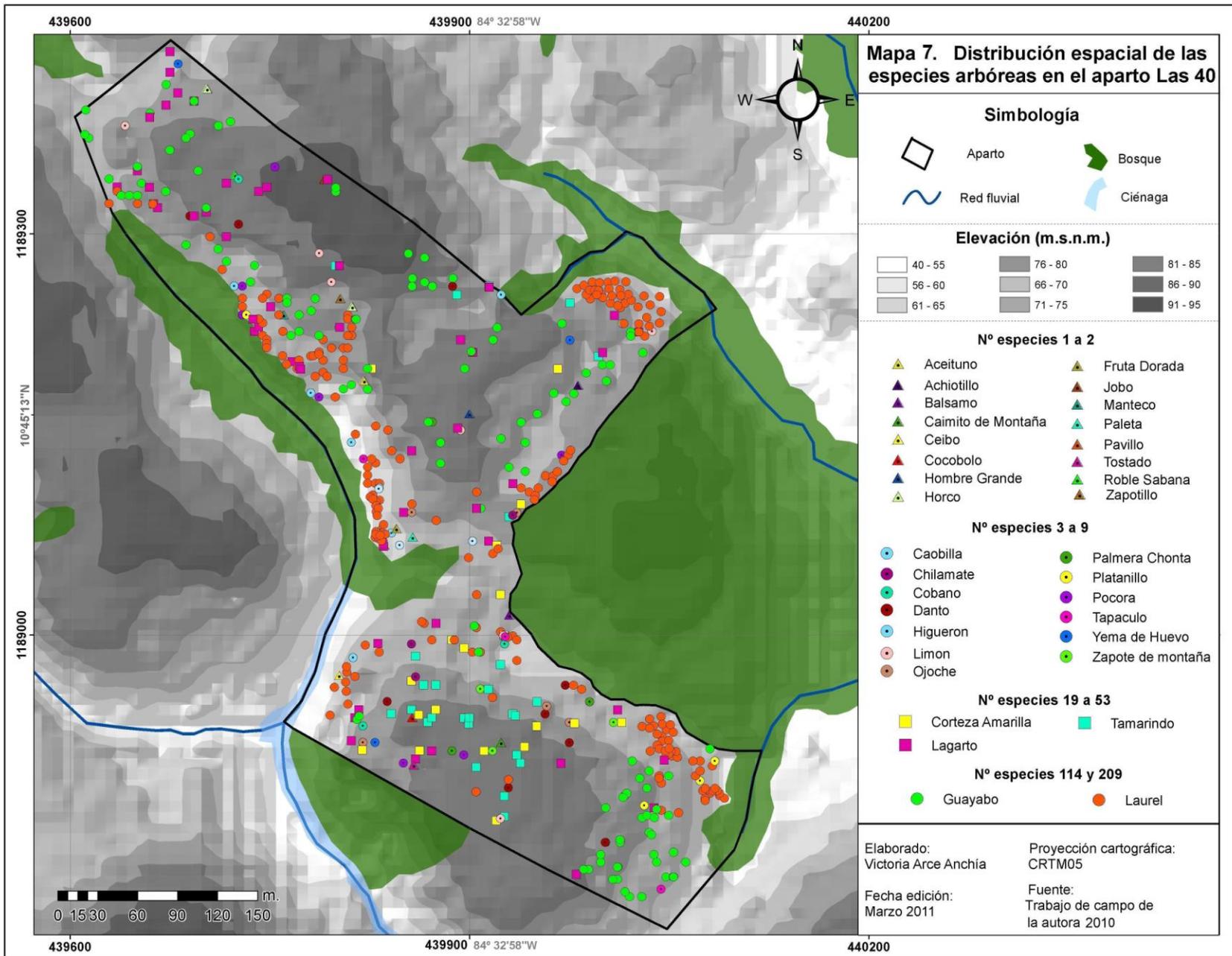
A su vez, la frecuencia relativa fue la de más valor porcentual, lo cual quiere decir que existe un 86% de probabilidad de encontrar esta especie más número de veces, por encima de las anteriores. La dominancia relativa es una de las más bajas en el potrero, con tan solo el 1%, debido a que el Lagarto presentó en promedio un área basal de 0,78 m². En contraposición, esta misma variable es la más alta en la especie Ceiba; con solo dos individuos, el IVI es el segundo más alto, precisamente por el alto valor en dominancia relativa que posee un área basal de 127,9 m²; en contraposición, su densidad relativa fue de un 3%.

Por otra parte, los individuos de menor IVI y con un porcentaje similar, de 8%, fueron las especies de un solo individuo: el Cornezuelo (*Acacia costaricensis*), el Pocora (*Guarea rhopalocarpa*) y el Guayacán (*Acosmium panamense*). Mientras el limón mandarina (*Citrus aurantifolia*) tuvo el valor más bajo, con un 6%, el higuerón (*Ficus spp*) tuvo el 10% de más importancia ecológica, debido al área basal.

El comportamiento del potrero Las 40 tuvo un proceso de antropización a través de la tala y la quema; pero hay zonas en donde solo hubo tala sin quema. Los árboles sobrevivientes a este proceso presentan un DAP superior a los 250 cm, y alturas alrededor de los 35 m, que coinciden con medidas que suelen presentarse en el interior del bosque, principalmente el Tamarindo (*Dialium guianense*).

Para los datos del IVI en este potrero, se incluyeron las especies con un número superior a los dos individuos; se excluyeron las que presentaron 1, así como la especie de palmera encontrada en este potrero, la Palmera “Chonta”, con cuatro individuos. La especie con mayor importancia ecológica, según este índice, fue el Laurel (*Cordia alliodora*), con un IVI de 105% ⁶ (figura 12), seguida por el Guayabo (*Psidium guajava*) con un 84% y el Lagarto (*Zanrhoxylum sp*) con un 67%.

⁶ El índice de valor de importancia (IVI) está compuesto por la suma de la densidad, frecuencia y dominancia relativas, con valores porcentuales. Según lo apuntan Ruiz y Fandiño (2009), su máximo valor es de 300, e indica la importancia estructural de una especie en particular, respecto a la comunidad florística muestreada.



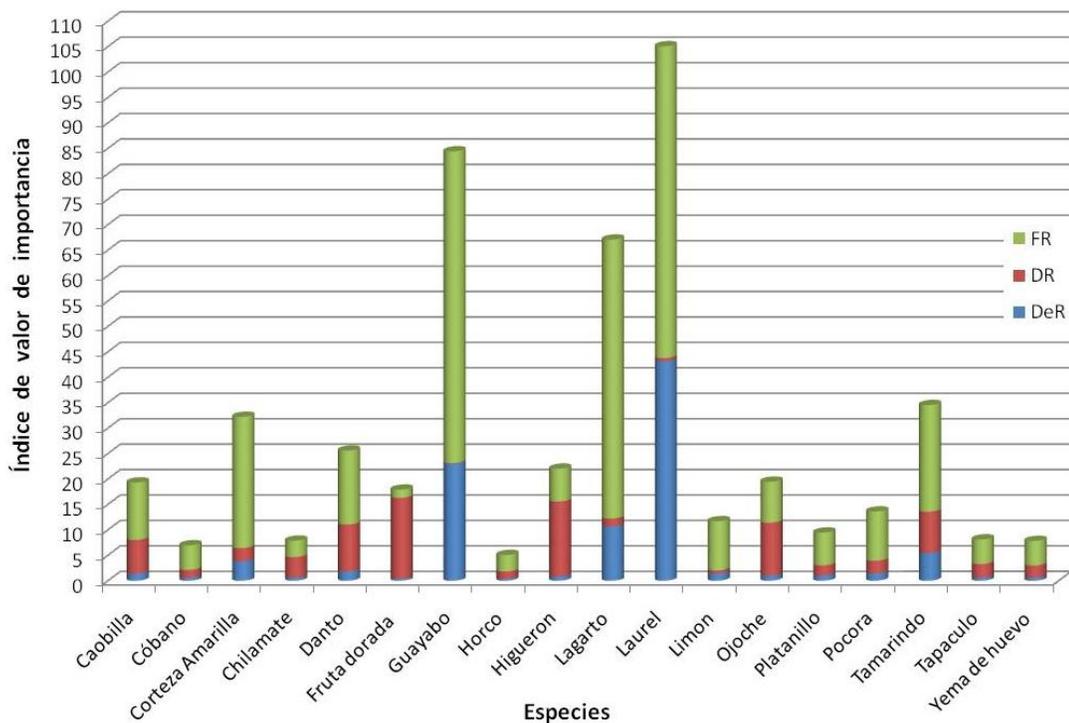


Figura 12. Las especies en el potrero Las 40 con mayor índice de valor de importancia fueron Laurel, Guayabo y Lagarto, con 105, 85 y 67%, respectivamente. FR: frecuencia relativa, DR: dominancia relativa y DeR: densidad relativa Fuente: Elaboración propia, 2011

Lo anterior se justifica en los componentes de frecuencia y en la densidad relativa que presentaron estas especies, por cuanto estas variables toman en cuenta el número de individuos y el número de veces con que aparece la especie; de ahí que eleven el IVI a dichos valores. Sin embargo, en cuanto a la dominancia relativa, que considera el área basal, estas tres especies presentaron un valor en área basal menor de $0,78m^2$, con una dominancia de solo 1%. Las especies con mayor dominancia relativa son la Fruta Dorada (*Virola koschnyi*), el Higuero (*Ficus spp*) y el Ojoche (*Brosimum terrabanum*), con 16, 15 y 10%, respectivamente.

Los valores más bajos correspondieron a la especie Chilamate (*Ficus insipida*) y Yema de huevo (*Chimarrhis parviflora*), con un 8%, la especie Cóbano (*Brosimum* sp.) y Jorco (*Garcinia intermedia*), con 7 y 6%, respectivamente.

Este estudio de árboles dispersos es una muestra de las especies florísticas localizadas en esta parte del país (ver especies en apéndice 6), en particular la desarrollada en espacios ganaderos, cuyo comportamiento en la distribución espacial puede ser similar en otras fincas.

Comportamiento espacial de los árboles dispersos

Es importante señalar que los árboles dispersos con alturas superiores a 1,5 m demuestran la resistencia tras convivir con el ganado, más aún porque no requirieron protección especial, como alambrado de púas a su alrededor. Así mismo, la mayoría de los árboles dispersos en potreros responden a una regeneración espontánea, y solo la minoría es por siembra planificada, la cual sí recibe protección física, como alambrada o apoyo en postes secos, como por ejemplo la siembra de un árbol de cenízaro (*Samanea saman*) en el potrero Los Lomillos (fotografía 18).

Parte de esta regeneración espontánea la presenta la especie del Laurel (*Cordia alliodora*), que tiene una marcada incidencia en las zonas de ladera; por ejemplo, las distribuidas en el potrero Olman (fotografía 19), cuyas laderas se han regenerado naturalmente con esta especie.



Fotografía 18. Árbol de cenizaro (*Samanea saman*) protegido por un tronco seco.
Fuente: Arce Anchía, V. (2009)



Fotografía 19. Árboles de Laurel (*Cordia alliodora*) regenerados naturalmente en el potrero Olman.
Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

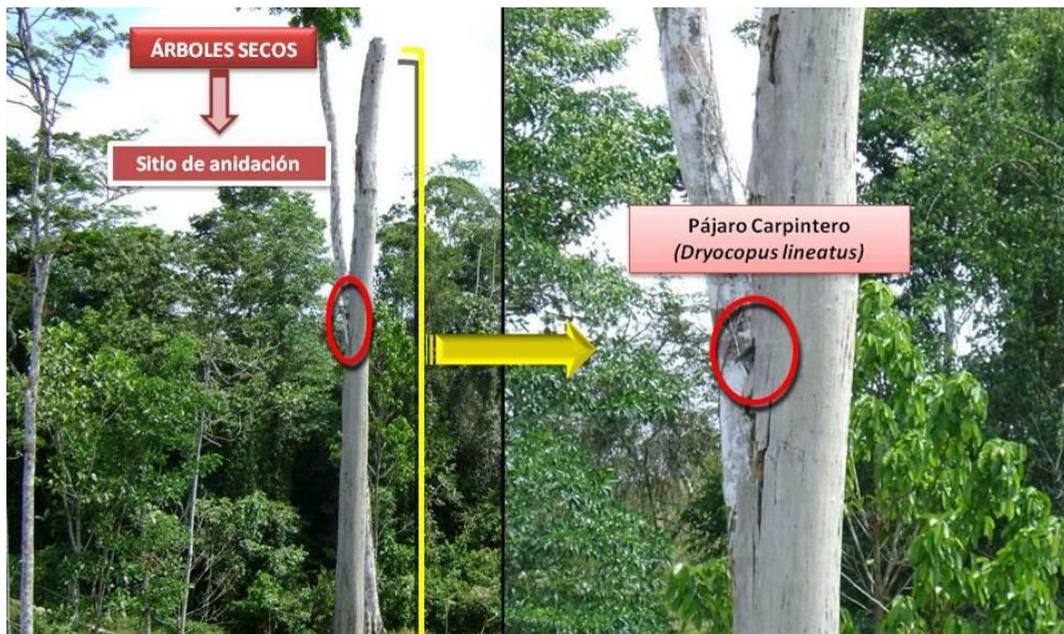
Otro patrón de distribución lo marcan las especies que conforman los bosques de galería, donde suele observarse la especie Caobilla (*Carapa guianensis*), Gavilán (*Pentaclethra maculosa*), Sotacaballo (*Zygia longifolia*), Chilamate (*Ficus insípida*) y Pocora (*Guarea rhopalocarpa*), esta última de gran atractivo para los tucanes (*Ramphastos swainsonii*), oropéndolas (*Psarocolius decumanus*) y otros animales silvestres, gracias al fruto que produce.

Estos sitios, al igual que las cercas vivas, son importantes como corredores biológicos o enlaces, porque en ellos convergen especies domésticas (bovinos) y silvestres, en busca del recurso hídrico. Estos bosques de galería brindan protección al cauce fluvial y son una barrera vegetal, que cuenta con un ancho entre 6 y 10 m.

De hecho, en el bosque de galería, también llamado corredor divisor, se identificó un árbol que por el Decreto Ejecutivo n.º 2700 se considera en peligro de extinción: el Camíbar (*Copaifera aromatica*), especie de porte alto, característico de los bosques vírgenes de los llanos de los Guatusos y de la península de Osa (Pittier, 1978).

En la finca se identificaron dos individuos de dicha especie; el otro se localiza en el interior del bosque de la isla Central (muestreado en la figura 13). Son individuos que, por su altura, de alrededor de los 40 m, son buscados por especies de aves como la oropéndola (*Psarocolius decumanus*), para la anidación.

Otro tipo de árboles dispersos, con igual importancia que los indicados, son los árboles secos, pues cumplen funciones en beneficio de la avifauna, por ser nichos de varias especies, como loras (*Amazona autumnalis*), pericos (*Brotogeris jugularis*) o el pájaro carpintero (*Dryocopus lineatus*), tal como se aprecia en la fotografía 20.



Fotografía 20. Árbol seco ubicado en el potrero Los Lomillos, el cual está siendo picado por el pájaro carpintero señalado en la foto. Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

Con respecto a los árboles frutales, algunas especies se localizan cerca de núcleos familiares, como en el caso del potrero Llano de la casa, donde se ubica la casa del dueño de la finca, e incluso los potreros Brizantha y Adolfo, que en el pasado (años noventa) fueron ocupados cada uno por un grupo familiar, pero que en la actualidad solo son

pasturas arboladas de uso ganadero. Las especies identificadas en estos apartos son las siguientes:

- **Llano de la Casa:** aquí se reconocen los árboles de mamón chino (*Nephelium lappaceum*), limón mandarina (*Citrus aurantifolia*), aguacate (*Persea americana*), papaya (*Carica papaya*), palmeras de pipa (*Cocos nucifera*) y los árboles de Manzana de Agua (*Syzygium malaccense*), que atraen una gran cantidad de avifauna, como por ejemplo tucanes (*Ramphastos swainsonii*). También hay un árbol de caimito (*Chrysophyllum cainito*), que se convierte en un nodo de atracción para los animales silvestres, como monos, mapaches y algunas aves. En este potrero se avistan aves de la familia *Thraupidae*, como los sargentos (*Ramphocelus costarricenses*), el mielero patirrojo (*Cyanerpes cyaneus*) y la viuda (*Thraupis episcopus*).
- **Brizantha:** se reconocieron las especies Almendro (*Terminalia catappa*), el Chilamate (*Ficus insípida*), Pejibaye (*Bactris gasipaes*), Manzana de Agua (*Syzygium malaccense*), Pipa (*Cocos nucifera*), Fruta de Pan (*Artocarpus altilis*), Naranja (*Citrus paradisi*) y Guanábana (*Annona muricata*)
- **Adolfo:** se identificaron tres individuos: el Chilamate (*Ficus insípida*), árboles de Mango (*Mangífera indica*), Fruta de Pan (*Artocarpus altilis*), Naranja (*Citrus paradisi*) y Limón mandarina (*Citrus aurantifolia*).

Otra especie importante es el árbol de Guayabo (*Psidium guajava*), que presenta una distribución distinta. Por ser una especie de rápida germinación y resistente al convivio con el ganado, su distribución es homogénea en toda la propiedad. Es masiva en los potreros Brizantha y Fernando; en este último presenta una densidad de 5,3 arb/km². Su fruto es

aprovechado por el ganado y por la fauna silvestre, como por ejemplo la ardilla negra, las loras (*Amazona autumnalis*) y los pericos (*Brotogeris jugularis*).

Beneficios de los árboles dispersos

Uno de los beneficios que aporta al ganado los árboles es el clima que genera bajo su sombra, aportando una temperatura entre 2 y 3 °C menor, que la presente en áreas descubiertas de árboles (Pezo e Ibahrim, 1999). Por eso el ganado se agrupa sobre estas áreas para descansar y librarse del estrés calórico; pero, en consecuencia, el pasto pierde su palatabilidad⁷ para consumo del rumiante.

Algunas de las especies arbóreas que brindan abundante sombra son: Sotacaballo (*Zygia longifolia*), Roble Coral (*Terminalia amazonia*), Ceibo, Mango (*Mangifera indica*) y Chilamate (*Ficus insípida*) (fotografía 21). Esta misma sombra trae consigo una sana competencia entre el pasto y el árbol, de manera que el pasto tiende a agilizar su crecimiento para obtener más luz solar, a pesar de que el árbol lo aventaja en altura.



Fotografía 21. Especies arbóreas que brindan sombra al ganado en el potrero Adolfo.
Fuente: Arce Anchía, V. (2009)

⁷ El gusto del ganado por comer un alimento, es decir, si le agrada o no el alimento.

Otra de las ventajas de los árboles dispersos es que brindan alimento a través de sus hojas, semillas y frutos, tanto a especies silvestres como al ganado; este último encuentra en los árboles de cercas vivas de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y Madero Negro (*Gliricidia sepium*) una fuente de alimento; no obstante, en esta propiedad, la poda de estas cercas se realiza de una forma no planificada, por lo cual no se aprovechan a plenitud.

2.2.5. Distribución y relación geográfica de las formaciones arbóreas

Aparte de los árboles dispersos localizados en la finca ganadera El Ceibo, hay dos coberturas forestales más, que aportan energía al agrosistema. Estas son las cercas vivas y las áreas boscosas; ambas contribuyen a la protección de la biodiversidad en los paisajes ganaderos, particularmente en esta finca.

Cercas vivas

La distribución espacial de las cercas vivas se representa en el mapa 8, donde se indica la especie predominante (EP) que conforma cada cerca. La más utilizada para este fin es el Poró (*Erythrina poeppigiana*), con un 46% del total de cercas vivas en la finca, seguida por el Pochote con un 32% y el Madero Negro (*Gliricidia sepium*) con un 10%.

En el mapa 8, estas cercas están representadas por una gama de colores equivalente a la especie de leguminosa, pero también se indica un identificador (número) que permite conocer otras características no tan relevantes, las cuales se enumeran en el apéndice 7.

La especie de Indio Pelado se utilizó solo en un tramo, que representa un 3% del total, al igual que las cercas muertas, con ese mismo porcentaje. En el mapa 8, también hay una categoría de cerca denominada “otros”, que porcentualmente equivale a un 11% y hace

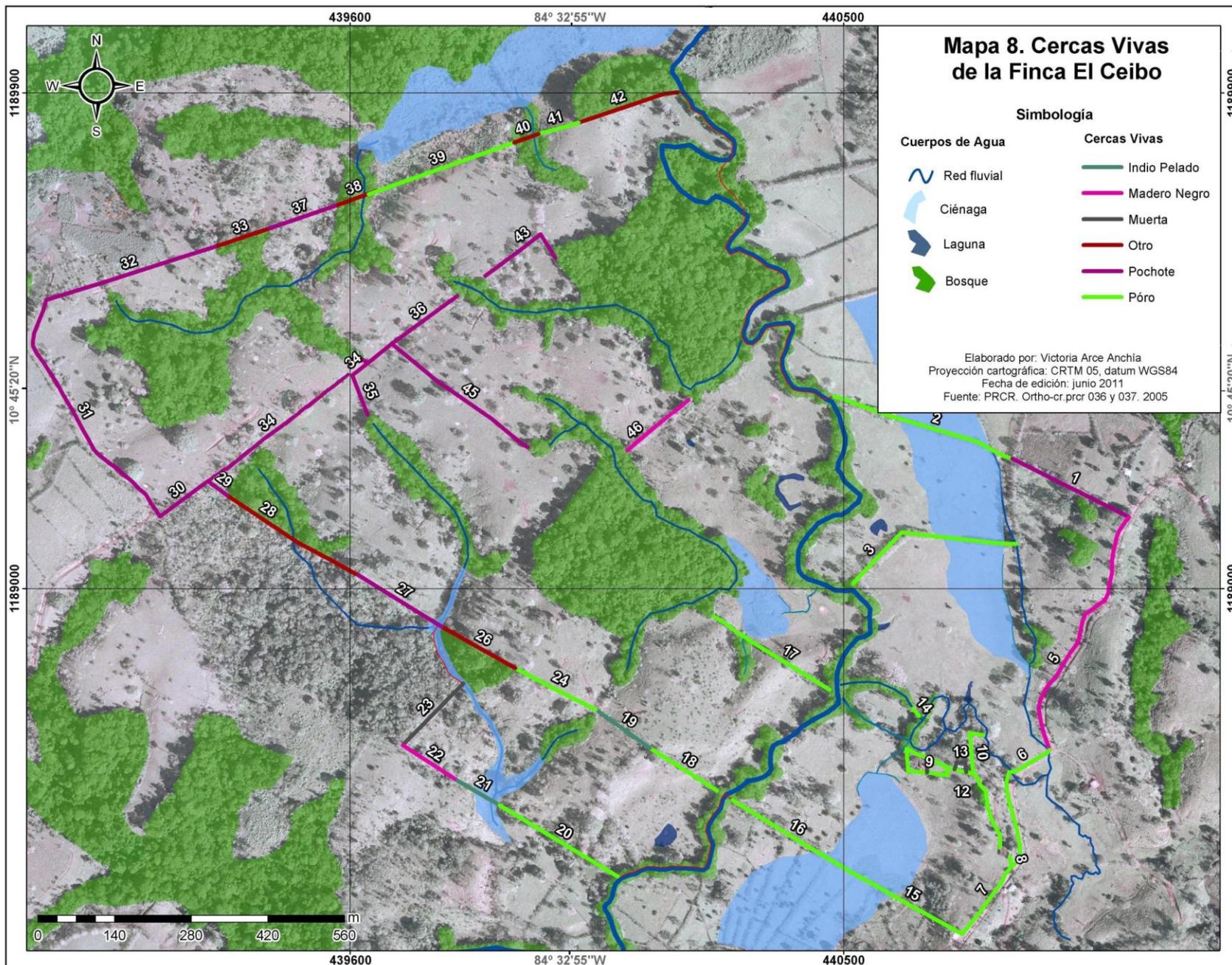
referencia a las cercas que dividen una cobertura boscosa de un potrero, comprendida por matorrales y distintas especies de árboles, por lo cual no hay una especie definida.

La funcionalidad económica de las cercas es dividir la superficie de las fincas en un número determinado de apartos, para establecer una rotación de pastoreo, dejando unos potreros en descanso y otros ocupados por el ganado.

En cuanto a su funcionalidad biológica, presenta dos beneficios: a) funge como alimento estacional para los bovinos, al aprovechar sus ramas y hojas según la especie utilizada; y b) funge como conector biológico, pues en muchos de estos cercos vivos suele observarse el paso de fauna silvestre, en particular de monos (fotografía 22) que evitan cruzar los espacios de pastizales a nivel del suelo y más lentamente, aunque también se beneficia la avifauna, por lo cual son corredores de desplazamiento.



Fotografía 22. Cercas vivas de Madero Negro que conectan la isla Central y el Segmento el Brizantha. La imagen muestra la funcionalidad de este enlace de desplazamiento, con una manada de monos congo.
Fuente: Arce Anchía, V. (2009)



Cobertura boscosa

En el caso de las zonas boscosas, son islas inmersas en la matriz ganadera, distribuidas en cada uno de los potreros (mapa 9, pág. 90), que prestan refugio o son hábitat de distintas especies de mamíferos, reptiles y anfibios. Estos parches se agrupan en dos grandes grupos: el primero conformado por las tres islas principales, cada una con más de 6 ha; el segundo constituido por trampolines o segmentos boscosos, que les permiten a las especies desplazarse con más facilidad de una mancha a otra y con áreas menores a 1,6 ha y desde los 900 m².

La estructura boscosa de las tres islas principales (la Central, el Adolfo y el Ojoche) (Mapa 9) presenta un comportamiento similar de cuatro estratos boscosos claramente definidos. En el dosel, estrato superior, resaltan individuos de más de 30 m de altura, cuyos DAP son superiores a los 200 cm, y suelen aparecer algunos bejucos entre 2 y 30 cm de diámetro; en el estrato intermedio están los individuos arbóreos, con predominancia en DAP entre 125 y 140 cm, con alturas de 25 a 30 m. En el estrato inferior, los individuos tienen entre 10 y 15 m de altura, con diámetros de 60 a 80 cm; y finalmente está el sotobosque, que presenta individuos muy dispersos, con alturas inferiores al metro de altura (figura 13).

La estructura boscosa de estas islas se representa en el perfil idealizado del bosque de la Isla Central (figura 13) en un tramo de 20 m de distancia, donde se ubicaron especies como el Camíbar (*Copaifera aromatica*), con un diámetro de 275 cm, e individuos como el Ojoche (*Brosimum alicastrum*) y el Tamarindo de Montaña (*Dialium guianense*), con diámetros de 140 y 125 cm, respectivamente, que a su vez contaban consecutivamente con bejucos de 10 y 18 cm de diámetro.

La importancia de cada parche boscoso se detalla a continuación, con la representatividad porcentual de cobertura forestal y su relevancia ecológica por ser hábitat de una serie de especies silvestres, lo cual se comprobó en campo por huellas y avistamientos:

- **Islas:** Adolfo, Ojoche y Central, además de su riqueza florística, debido a la extensión que representa (72% de la cobertura forestal), en sus bordes se han visto huellas de mapaches (*Procyon lotor*), pizotes (*Nasua narica*) y manigordos (*Leopardus pardalis*). Además de anfibios como la rana “blue jeans” (*Oophaga pumilio*) y la toro (*Dendrobates auratus*).
- **El brazo de la isla del Ojoche:** es una ramificación de corredor biológico que se extiende 80 m desde la isla del Ojoche. Este interseca el potrero de Los Lomillos y lo divide en dos parcelas en estación lluviosa. Es un bosque que protege la quebrada Los Lomillos, en promedio 8 m a cada margen. Esta quebrada se convierte en una especie de filtro abiótico para el paso del ganado, que en estación lluviosa ve imposibilitado su tránsito hacia este otro terreno.
- **Trampolín del Ojoche:** representa solo un 2% del total de área boscosa. Sin embargo, tiene una importancia hídrica, por cuanto en estación lluviosa protege una quebrada estacional cuyas aguas dragan a la ciénaga de la finca Delgado.
- **El trampolín del Venado:** representa un 1% de área boscosa, pero su importancia se debe a la frecuencia con que se avista el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), aproximadamente dos veces por mes. Además, es una cobertura que da soporte a una pendiente de 40%, que cubre y brinda protección al recurso hídrico, por la laguna estacional que protege, importante por la convergencia de especies silvestres, como aves de humedal y guajipales (*Caiman crocodilus*). Posee una cercanía estrecha con el corredor del río Chimurría (40 m), con el punto boscoso (50 m), con la isla del Ojoche (200 m) y la isla Central (100 m).

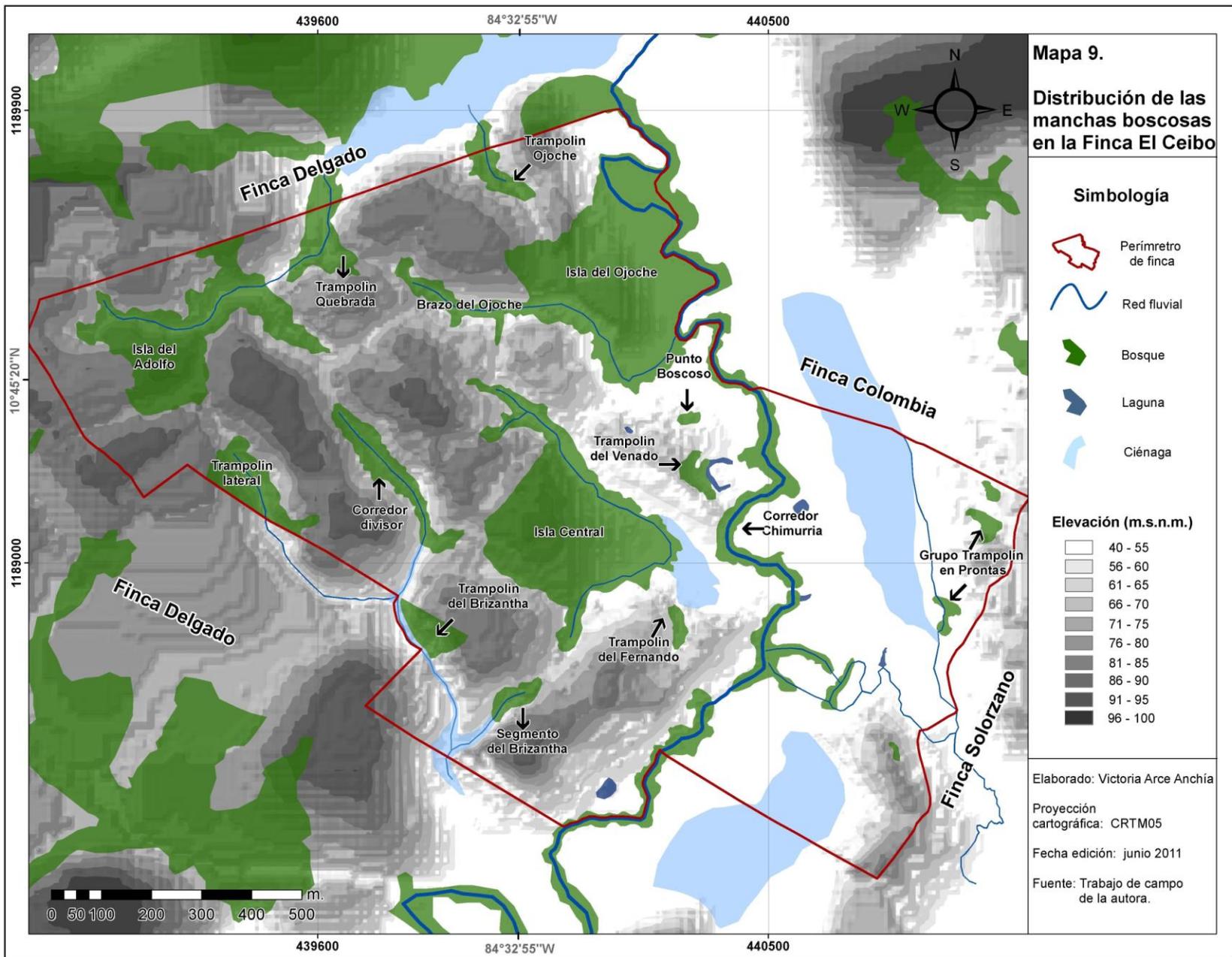
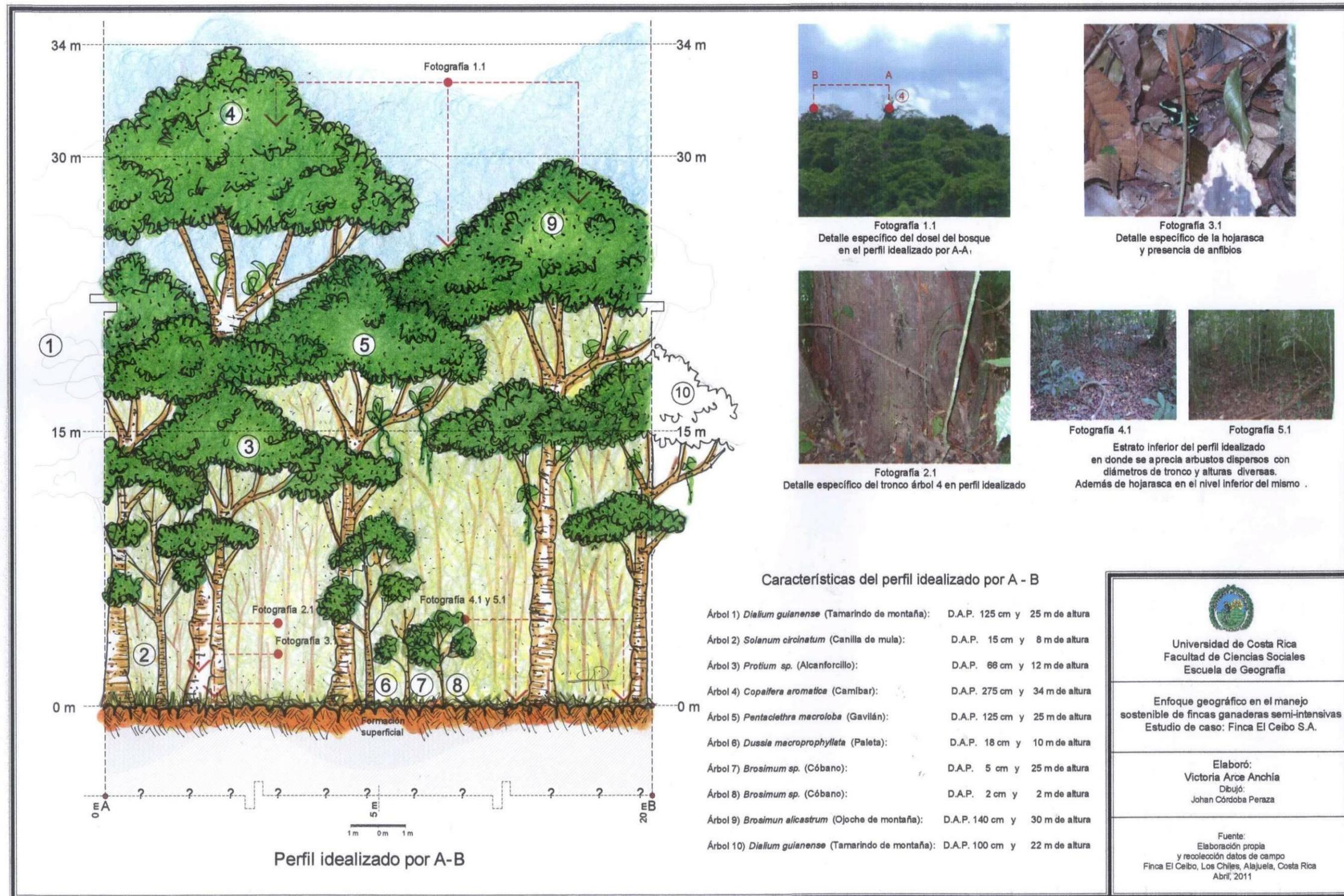


Figura 1. Estructura idealizada del interior del bosque en la isla Central



- **Trampolín del Brizantha** (2% de cobertura): protege una pendiente de 35% y el recurso hídrico en la quebrada Brizantha. Se han avistado guatusas (*Dasyprocta punctata*) y grupos de monos.
- **Trampolín lateral** (4% de cobertura boscosa): a pesar de su borde semipermeable, es el otro sitio en la finca donde es común avistar el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), por lo cual es importante mejorar su conexión.
- **Trampolín del Fernando** (0,6%): es importante por la cercanía con la isla Central (solo 37 m). A la vez, protege una naciente cuyas aguas se concentran en la ciénaga del potrero Adentro del Río, que al mismo tiempo es bebedero para el ganado que pastorea en ese potrero. No obstante, es una mancha boscosa, con un borde semipermeable (cuatro hilos de alambre de púas), lo cual dificulta en un tramo el desplazamiento biológico hacia la isla Central.
- **Trampolines de las Prontas** (0,7%): se ubican en el potrero de las vacas Prontas. Uno protege una naciente, de donde bebe agua el ganado, mientras los otros dos son solo un punto boscoso. Es importante fortalecer su área, pues en este extremo de la propiedad no hay manchas boscosas importantes.
- **Corredor Chimurría** (7,4%): es el corredor más largo, debido a que cubre el cauce del río principal. Las especies arbóreas más comunes en este bosque de galería son el Sotacaballo y el Chilamate, por lo cual es hábitat principal de grupos de monos. Además, residen guajipales (*Caimán crocodilus*) y tortugas, y con menor frecuencia se observan nutrias (*Lontra lingicaudis*).

- **El corredor divisor (4,3%):** cubre un tramo de 350 m, por 8 m a cada lado del margen. En este se avistan guatusas y oropéndolas (debido a la anidación en el árbol de Camíbar localizado en este sitio).

Cuando estos avistamientos ocurren en el borde del bosque, se dan en bordes permeables (definición analizada en el marco teórico, pág. 31), los cuales se aprecian en el mapa 9, con un margen irregular, es decir, natural, sin obstáculos. En cambio, cuando es un borde semipermeable, en el mapa se muestran rectilíneos; tal es el caso de los trampolines Brizantha y Lateral y el de la isla del Adolfo, que limita con la finca Delgado; estos bordes son cercados en su extremo rectilíneo, con lo cual dificultan la movilidad de especies mayores.

En la mayoría de los casos, estas son áreas boscosas que protegen el recurso hídrico, lo cual las convierte en bosques de galería atractivos para las especies silvestres, como guatusas (*Dasyprocta punctata*) u osos colmeneros (*Tamandua mexicana*) y el oso perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*), particularmente en el fuste del *Cecropia*; en cuanto a las aves, se observa la pava negra (*Penelope purpurascens*) en árboles de Chilamate (*Ficus insípida*) o Sotacaballo (*Zygia longifolia*).

Este recurso hídrico se distribuye en toda la finca, tal como se aprecia en el mapa 10, lo que brinda a la actividad ganadera la ventaja de establecer bebederos en cada uno de los apartos. Así mismo, estos cuerpos de agua son sitios de atracción para especies silvestres, y brindan al agrosistema las condiciones biológicas para el desarrollo de hábitats.

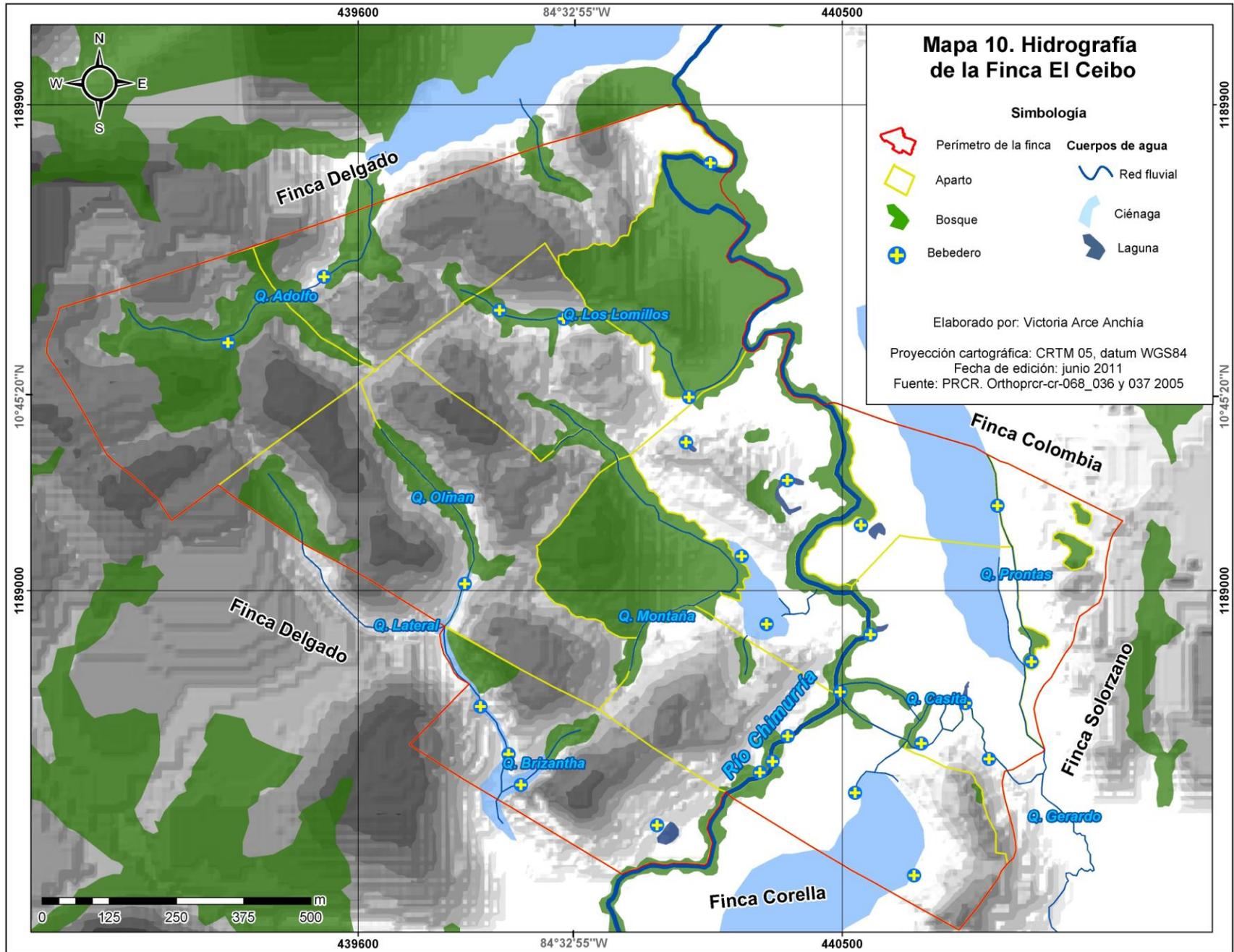
2.2.6. Distribución de la red hídrica en el agrosistema ganadero

Esta red hídrica está constituida primordialmente por el río Chimurría, cauce fluvial más importante dentro de la finca, por cuanto sirve de bebedero para el ganado que patea en los potreros Llano de la Casa, Llano Grande, Llanito, Brizantha, Fernando y Ojoche. En la estación lluviosa, estos apartos reciben los sedimentos de este río con el desbordamiento de sus aguas, cuya frecuencia es de tres veces por año; mientras que los bebederos de los demás apartos se ubican en quebradas, áreas de ciénaga o lagunas estacionales (mapa 10).

La propiedad cuenta con ocho quebradas, seis de las cuales desembocan sobre ciénagas. Estas son: quebrada Adolfo, cuyas aguas llegan a la ciénaga propiedad de la finca Delgado; las quebradas Olman, Lateral y Brizantha, que confluyen en la ciénaga del Brizantha; la quebrada Montaña, la cual desagua en la ciénaga del potrero Adentro del Río; y la quebrada Prontas, en la finca Colombia; las otras dos quebradas: Los Lomillos y Casita, convergen en el río principal (mapa 10). De estos cauces fluviales, son importantes para la división de apartos el río Chimurría, la quebrada Olman, la quebrada Prontas y la quebrada Casita.

Este elemento lineal dentro del paisaje ganadero funciona como hábitat de anfibios, peces y reptiles, como por ejemplo tortugas, guajipales (*Caiman crocodilus*) e iguanas verdes (*Iguana iguana*), que se asolean y se alimentan en sus aguas. En el caso de los espejos de agua, es común observar aves de humedal, tales como el gallito de agua (*Jacana spinosa*), la garza blanca (*Ardea alba*), el cigüeñón (*Mycteria americana*), la garza crestada (*Tigrisoma mexicanum*), entre otras, todas las cuales encuentran en estos hábitats sitios de alimentación y descanso.

Estos espejos de agua lagunares permanecen con agua por un período de nueve a diez meses, y se localizan en los potreros Llano Grande, Llanito, Adentro del Río y Brizantha. Según su geomorfología, se clasifican de la siguiente manera:



- **Laguna en forma de herradura:** son lagunas que se alimentan de agua precipitada. Tienen forma de herradura y su abertura esta próxima al cauce, en este caso del río Chimurria, lo cual supone que antiguamente fue parte de dicho lecho fluvial, pero que, por procesos hidromorfológicos, en la actualidad ya no son parte del río. Una de ellas se ubica en el potrero Adentro del Río, con un área de 1147 m² (fotografía 23), y la otra en el potrero Llanito, con un área de 607 m².



Fotografía 23. Laguna estacional con forma de herradura, ubicada en el potrero Adentro del Río, próxima al río Chimurria. Fuente: Arce Anchía, V. (2010)

- **Laguna en forma de lengua:** son depósitos de agua en forma de lengua (fotografía 24). Se ubican cerca del cauce fluvial. Se alimentan de agua precipitada y tras un desbordamiento del río, dada su cercanía con un cauce fluvial. Están localizadas en el potrero Llano Grande.



Fotografía 24. Laguna estacional en forma de lengua en el potrero Llano Grande, cercana a la quebrada Casita Fuente: Arce Anchía, V. (2011)

- **Depresión topográfica:** son lagunas que se forman en la estación lluviosa y que, debido a concavidades ligeras en la topografía, provocan un estancamiento pluvial. Este caso se da en el potrero Adentro del Río, en un área de 145 m², donde la topografía, además de presentar un hundimiento (fotografía 25), se ubica al pie de una ladera con una gradiente de 40% y cercada por un árbol de Gavilán (*Pentaclethra macroloba*), el cual contribuye a que el agua se contenga y no escurra. La otra se localiza en el potrero Brizantha, en la llanura próxima al río Chimurría, cuya topografía presenta un hundimiento.



Fotografía 25. Laguna estacional formada en una depresión topográfica, en el apartado Adentro del Río, al pie de la loma del Venado. Fuente: Arce Anchía, V. (2010)

La confluencia de especies silvestres en estos sitios hídricos es alta, por cuanto su protección es importante para la biodiversidad, tanto de aves migratorias como de especies *in situ* (iguanas o guajipales). Así mismo, su importancia en la dinámica ganadera radica en la distribución de los cauces fluviales, ya que se utilizan para la definición de nuevos apartos en la propuesta de zonificación, porque aminora costos al evitar la implementación de cercas vivas.

El intercambio de energía que produce la interrelación de los componentes del agrosistema ya mencionados, da a esta finca ganadera las condiciones para producir: carne, bancos de germoplasma (semillas de árboles maderables y frutales), pasturas, madera para casas o postes para cercas o portillos, agua (H₂O), sumidero de dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂) (Pezo e Ibrahim, 1999). Todos estos son elementos que participan activamente en el desarrollo de este paisaje ganadero.

CAPÍTULO 3. ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA Y EL COSTO-BENEFICIO DE IMPLEMENTARLA

La zonificación agroecológica busca la viabilidad en el desarrollo de la actividad ganadera, al mantener o mejorar la productividad de la finca, a través del ordenamiento espacial de apartos, de planes de manejo de suelos y mejora en los enlaces biológicos.

El diagnóstico biofísico realizado identificó los elementos bióticos de este agrosistema finquero, esenciales para el desarrollo de la actividad ganadera, que además de las pasturas, y los suelos, son el uso boscoso y la red hídrica, los cuales confluyen en el uso de bosque de galería. Lo anterior porque son límites naturales aprovechados para la división de apartos, para lo cual se utilizan también las cercas vivas, aunque estas son constructos antrópicos del paisaje.

Estos tres elementos: bosques, red hídrica y cercas vivas, se consideran para la propuesta de zonificación geográfica, por dos razones: son barreras para la movilización del ganado, por lo cual se usan en la división de apartos; y son elementos casi inamovibles en el espacio geográfico, por lo que forman parte del diseño de la propuesta de zonificación geográfica.

Esta propuesta implica un manejo ganadero, que considera criterios geográficos y zootécnicos, para optimizar los recursos, administrar adecuadamente el espacio geográfico y brindar soluciones a las deficiencias ambientales enumeradas en el Cuadro 3.

Tales deficiencias están presentes en el paisaje ganadero, pues el finquero vela primordialmente por la producción económica y deja a un lado la parte ambiental, por considerar que su mejora implicaría un aumento de costos.

Como parte de la propuesta de zonificación, cada problema ambiental indicado en el cuadro 3 señala la solución planteada y se relaciona con la deforestación de cauces, pendientes y canales.

Cuadro 3. Deficiencias ambientales producto del manejo actual de la actividad ganadera en la finca El Ceibo

Medio ambiente	Solución
Nula o frágil protección boscosa (± 1 individuo a cada margen), en las quebradas: Casita, Prontas, Brizantha, Olman y un segmento en el río Chimurría	Reforestar las quebradas con árboles autóctonos, a 10 metros a cada margen. Utilizando de protección cercas con dos hilos de alambre.
Pendientes superiores a 30% están deforestadas, lo cual propicia la escorrentía superficial, desfavorable para el suelo.	Reforestar con árboles autóctonos estas áreas, utilizando el cercado constituido por dos hilos de alambre.
Construcciones de canales que desaguan terrenos anegados sin protección boscosa	Reforestar estos canales, para amortiguar el impacto ambiental que ocasionaron.
Caminos de vaca, que son áreas deforestadas, suelos desnudos.	Sembrar árboles de la especie Sotacaballo (<i>Zygia longifolia</i>) y Chilamate (<i>Ficus insípida</i>), por ser de porte frondoso, con diámetros de copa de ± 35 m.

Fuente: Elaboración propia, 2011

Cada una de las anteriores soluciones se ejecutaría considerando los criterios de zonificación, propiamente los correspondientes a los factores determinantes para uso propuesto: pendiente y distribución de manchas boscosas.

En cuanto a los problemas de la actividad ganadera, algunos se enmarcan en el sistema de rotación actual, el cual se mejoraría con el aumento en el número de potreros. También están otras deficiencias señaladas en el cuadro 4, referidas a la dieta del ganado y a los tiempos de descanso en cada potrero.

Cuadro 4. Deficiencias en el manejo ganadero en la finca El Ceibo

Sistema ganadero	Soluciones
Se desaprovecha la producción forrajera de las cercas vivas.	Planificar la corta de las cercas, cuando hay ganado en el potrero
No existe una complementación alimentaria en forrajes, más que los suplementos minerales (sal compuesta).	Sembrar áreas con bancos forrajeros proteicos.
La división de apartos es inadecuada, porque los tiempos de ocupación son largos (<15 días).	Redistribución de los potreros, con áreas similares.

Fuente: Elaboración propia, 2011

Las mejoras propuestas se interrelacionan unas con otras, por tratarse del mismo espacio geográfico. Por consiguiente, se complementan con facilidad, al seguir la concepción de agrosistema, el cual dicta que si un componente está en buenas condiciones, los demás también lo están; pero si uno de ellos se daña, entonces los demás componentes pueden empezar a dañarse. En este sentido, la idea de esta propuesta agroecológica busca obtener una solución integral para todos sus elementos, en aras de mejorar estas deficiencias ganaderas, por medio de la administración del espacio geográfico.

La zonificación propuesta partió de una metodología basada en desarrollar una serie de criterios, ilustrados en la figura 14, cuyo eje central es la unidad espacial el apto, sostén de la actividad ganadera y sobre el cual se diseñaron los cambios de uso de la tierra para esta zonificación agroecológica.

3.1 Los factores de la zonificación agroecológica

Los criterios de zonificación se apoyan técnicamente en los factores delimitadores de la actividad económica y los factores determinantes para el cambio de uso de la tierra. Cada uno conforma la metodología visualizada en la figura 14. Estos factores mantienen una interrelación estratégica, la cual desemboca en la distribución de nuevas coberturas, como producto final de la zonificación que se pretende proponer.

La figura 14 encierra los elementos de esta propuesta de zonificación, cada uno de los cuales se explica a continuación:

3.1.1 Factores delimitadores de la actividad ganadera

Según se indica en la figura 14, estos factores son cinco, de los cuales tres poseen como patrón espacial explícito la distribución de la red hídrica, de cercas vivas y manchas boscosas; mientras que los otros dos, tanto la disponibilidad de pasturas como la capacidad de pastoreo estimada, tienen una espacialidad implícita.

La disponibilidad de pasturas se obtuvo a partir de un muestreo representativo del 12% del total de áreas de pasturas. Esto es significativo, por cuanto se muestrearon dos potreros, Llanito y Fernando, con características distintas, considerando que los pastos mantienen un estándar de altura, según especie, factores climáticos, edáficos y el tiempo de descanso de la pastura. Estas circunstancias espaciales las comparten los potreros del área en estudio, unos con las características del potrero Llanito y otros con las de Fernando, por lo cual los resultados pueden extrapolarse, tomando en cuenta las similitudes.

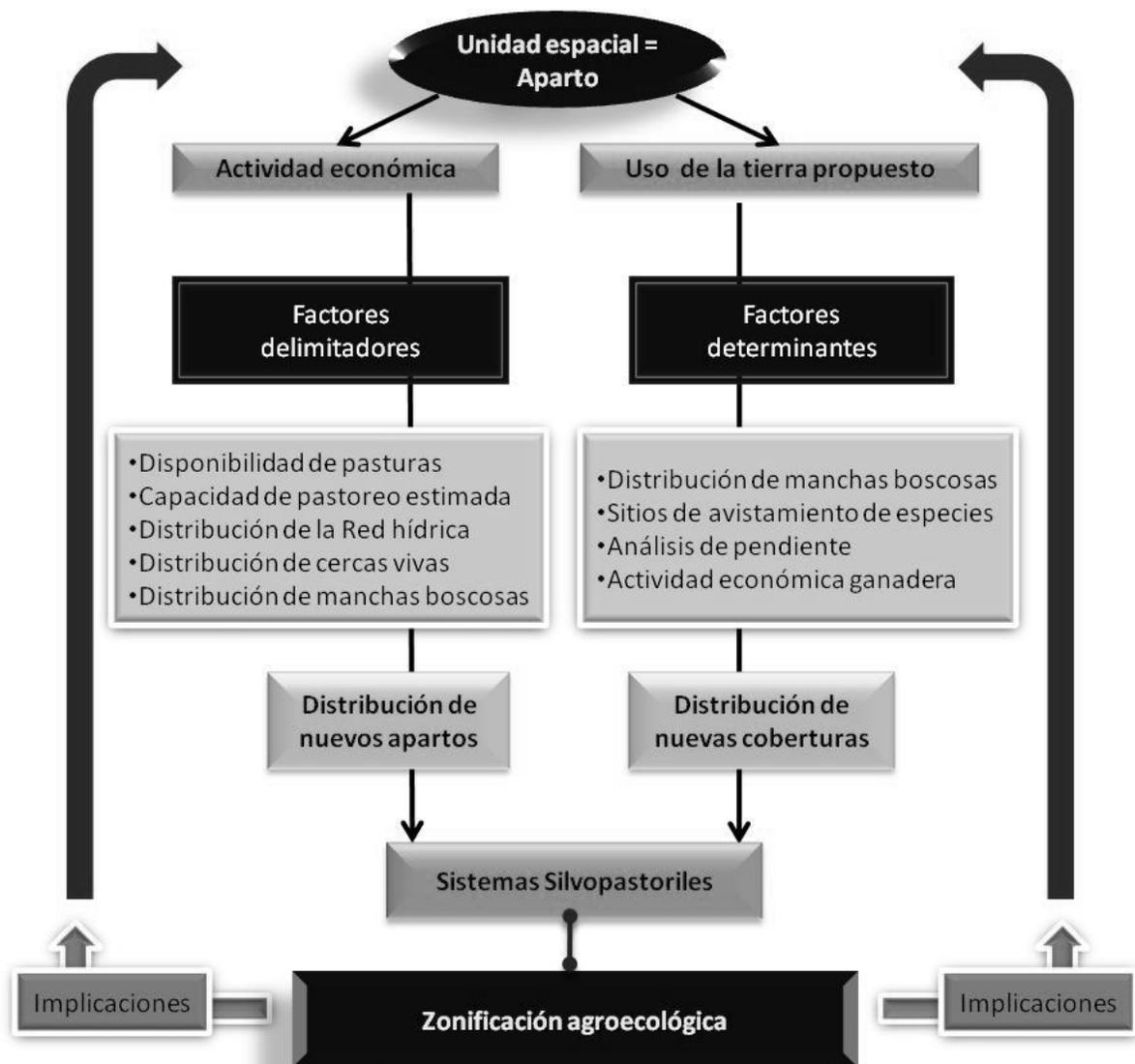


Figura 14. Esquema para obtener una zonificación agroecológica en fincas ganaderas semiintensivas
Fuente: Elaboración propia (2011)

El otro factor es la capacidad de pastoreo estimado, cuya espacialidad se enfoca, entre otros aspectos, en el área del apartado y el número de individuos que se distribuyen en un tiempo determinado sobre ese apartado. Esto repercute en la dinámica física de la finca y, por ende, en el diseño de esta zonificación agroecológica.

Cada uno de los factores se desarrolla de la siguiente forma:

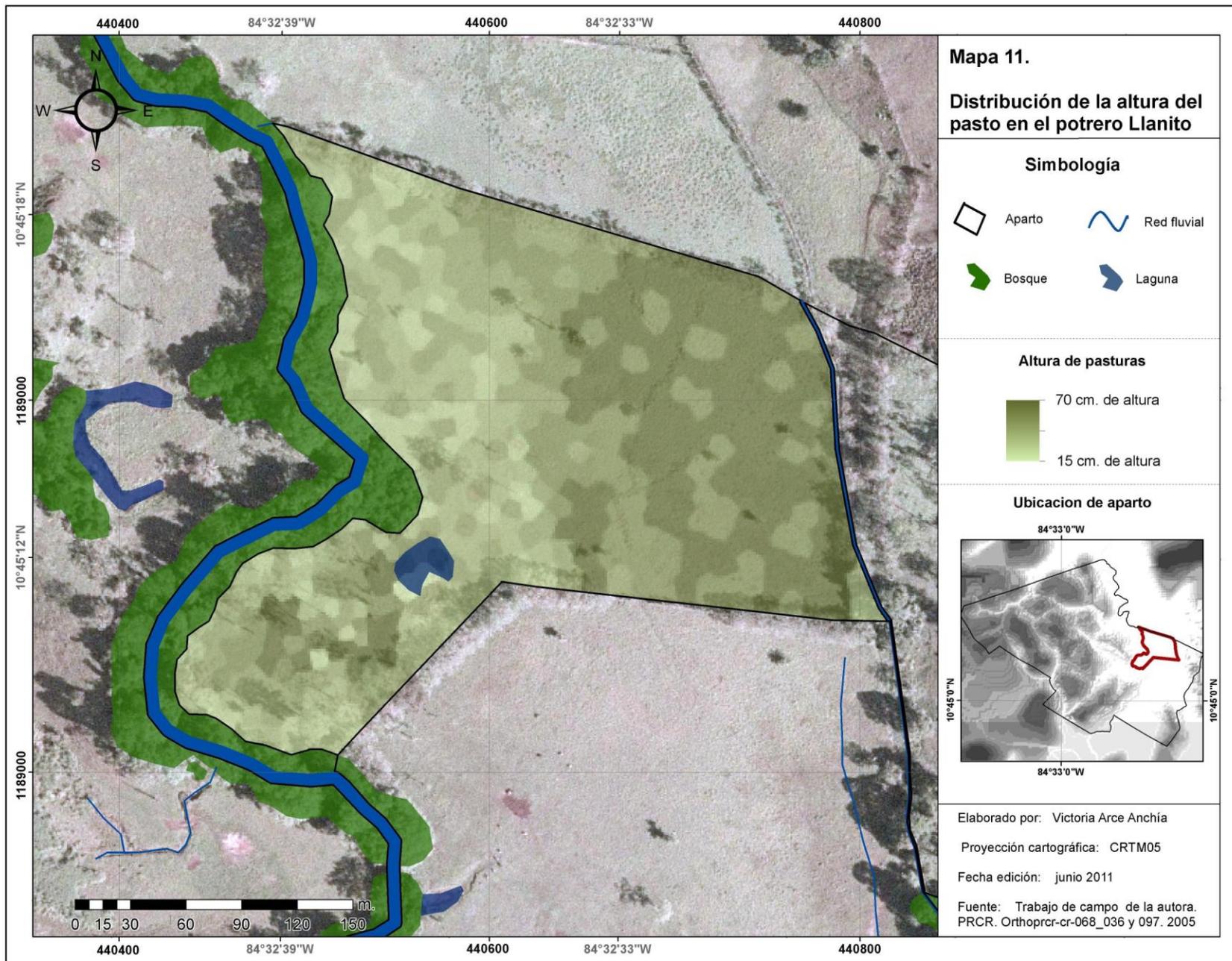
Estimación de la disponibilidad de pasturas

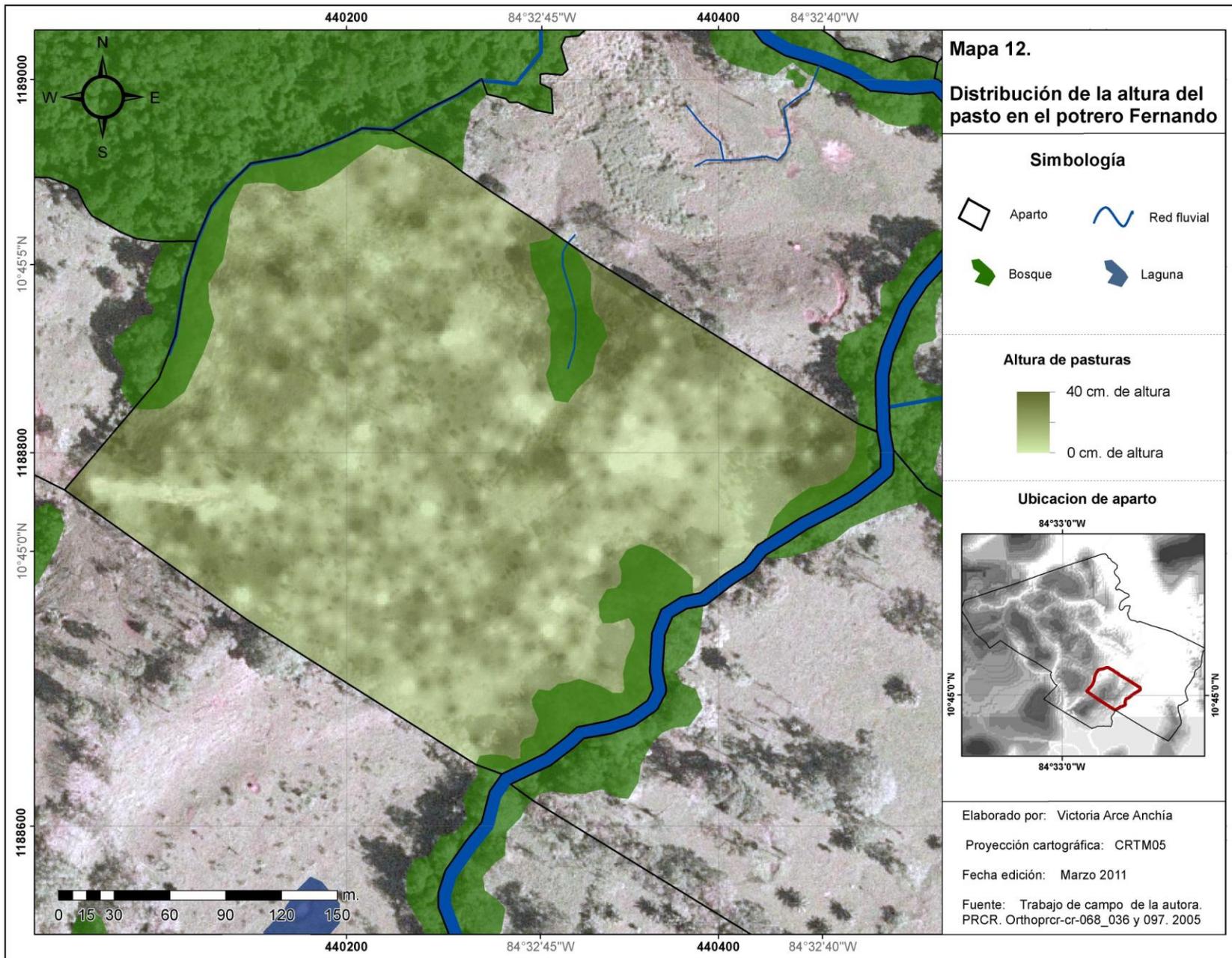
Este factor evalúa la viabilidad de reducir o no los apartos actuales, de manera que si la cantidad de materia seca disponible indica un período de ocupación superior a veinte días, entonces es viable reducir el tamaño del apto, pues lo recomendable es que sea menor de quince días (cuanto menos tiempo esté ocupada una pastura, su rendimiento es mayor).

El muestreo en el Llanito y el Fernando se realizó debido a las diferencias representativas en sus características biofísicas. El primero se caracteriza por zonas de topografía llana, ambientes de ciénaga, con baja cobertura arbórea ($0,74 \text{ arb/km}^2$), carga animal de 19 UA y una distribución de pasturas de un 50% de pasto Tanner (*Brachiaria radicans*), un 44% de pasto Ratana (*Ischaemum ciliates*) y un 6% de Estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

Por su parte, el potrero Fernando representa apartos de topografía de loma, con pasturas Ratana, una cobertura arbórea media de $5,9 \text{ arb/km}^2$, con preponderancia de la especie arbórea del Guayabo (*Psidium guajava*) y una carga animal de 24 UA.

El muestreo se efectuó en mayo de 2010, durante un período de descanso (sin pastoreo) de quince días. Se evidenciaron diferencias cuantitativas y cualitativas, estas últimas apreciables en el mapa 11 y mapa 12, correspondientes a los potreros Llanito y Fernando, respectivamente. En ellos se visualiza la ubicación espacial de las alturas del pasto, cuyas diferencias por especie se representan en la figura 9, pág. 65, donde se observa que, cuanto más alta es una pastura, esta pesa más (los datos de peso y altura de cada potrero se presentan en el apéndice 9) y, por lo tanto, aporta más alimento al rumiante.





Por su parte, el comportamiento espacial varía entre cada uno, tal como se aprecia en los mapas, donde se muestra un comportamiento discontinuo y desordenado en el potrero Fernando. Las pasturas del potrero Llanito son más zonales y marcan la pauta el pasto Tanner en ambientes de ciénaga. Parte de este comportamiento espacial es cualitativo, pues en un solo apartado hay una especie de gramínea, mientras en el otro son dos, por lo cual saltan estas diferencias.

En cuanto a las diferencias cuantitativas, estas señalaron en el potrero Llanito, en $0,25 \text{ m}^2$ (área de muestra), una disponibilidad de $1,7 \text{ kgMV}$. Para todo el apartado de $6,4 \text{ ha}$, hay disponibles 6683 kgMS , con un 40% de aprovechamiento del hato de 19 UA (incluido un caballo), lo cual alcanza para un total de 35 días de ocupación⁸ (apéndice 10).

El muestreo del Fernando indicó, en $0,25 \text{ m}^2$, un $0,9 \text{ kgMV}$, equivalente en materia seca (MS) para un área de $7,3 \text{ ha}$, un total de $5898,5 \text{ kgMS}$ ⁹, los cuales están disponibles para el hato de los terneros pequeños (24 UA), por un tiempo de 25 días.

Por consiguiente, dado el tiempo de ocupación, según la anterior estimación, más el área que requiere una UA (en promedio 150 m^2) (Rojas, 2011), es viable que el potrero Llanito pueda dividirse en dos, así como el potrero Fernando. De este modo, se plantea una propuesta de mejora para brindar una mayor rotación al ganado y así optimizar el sistema de pastoreo, administrando adecuadamente los períodos de descanso y ocupación y beneficiando el recurso edáfico y la calidad de las pasturas.

Este análisis justifica que una misma carga animal puede abastecerse en un territorio menor, lo cual se aplica para el resto de los apartos de la finca (indicados en el cuadro 2,

⁸ Es un cálculo obtenido sobre el total de materia verde que hay en el apartado, reduciéndole el porcentaje de humedad, equivalente al 85 y al 60% de pasto que el ganado desaprovecha al defecarlo, pisotearlo u orinado.

⁹ Cálculo obtenido sobre el total de materia verde que hay en el apartado, reduciéndole el porcentaje de humedad, equivalente al 8 y al 60% de pasto que el ganado desaprovecha al defecarlo, pisotearlo u orinarlo.

pág. 61). Por ello, la propuesta de zonificación segmentaría aun más el área de pasturas, se obtendría una mejor rotación y se dejaría abierta la posibilidad de aumentar la carga animal en la finca, principalmente en los hatos de los machos.

La valoración de segmentar los apartos se considera en el siguiente factor.

Evaluación de la capacidad de pastoreo estimado (CPE)

Este factor considera el número de unidades animales, para evaluar si el área de pastoreo (aparto) es suficiente o no. La capacidad de pastoreo estimada (CPE), o carga animal, contribuye a determinar cuántos potreros debe tener cada grupo de ganado en un buen sistema de rotación.

El cuadro 5 detalla las características de los apartos actuales, en cuanto al área, días de ocupación y descanso, ciclos por año, así como la correspondiente UA y días de pastoreo máximo (DPM), necesarios para evaluar la administración del sistema de pastoreo actual.

Cuadro 5. Matriz de estimación de la máxima capacidad de carga animal

Nombre del aparto	Área (ha)	Pastura	Días de ocupación	Días de descanso	UA/ciclos de pastoreo	Ciclos x año	DPM
Llano de la Casa	10,29	Ratana	365	0	21,20	1,00	7738,00
Potrero de la Casa	1,65	Ratana	365	0	3,6	1,00	1314,00
Prontas	4,67	Ratana	365	0	8,3	1,00	3029,50
Adolfo	11,53	Ratana	25	25	32,8	7,30	5986,00
Olman*	7,75	Ratana	15	25	28,4	9,13	3880,25
Ojoche*	14,19	Ratana	25	35		6,08	4319,17
Brizantha	10,71	Ratana	20	30	24	7,30	3504,00
Fernando	7,39	Ratana	15	30		8,11	2920,00

Continuación del cuadro 5

Los Lomillos	9,32	Ratana	25	35	35,1	6,08	5338,13
Las 40	11,67	Ratana	25	35		6,08	5338,13
Adentro del Río **	11,52	Ratana	15	30	26,55	8,11	3230,25
Llanito	6,73	Tanner	15	25	19	9,13	2600,63
Llano Grande	9,68	Tanner	15	25		9,13	2600,63
Total	117,10				141,93		51805,67

*Los valores de estos apartos se promediaron, debido a que son pastoreados por dos hatos de ganado distintos. La UA/ciclos de pastoreo de uno es de 32,8 y la del otro es de 24.

** Los valores se promediaron, debido a que pastorean dos hatos distintos: uno de 35,1 UA y el otro de 18 UA. Fuente: Elaboración propia, 2011

Los ciclos de pastoreo de cada potrero están conformados por los tiempos de ocupación y de descanso, y marcan en los pastoreos continuos la mínima unidad en estos ciclos, como en el caso de los potreros Prontas, Llano de la casa y Potrero de la Casa, donde permanecen ocupados todo el año. En cambio, en potreros como el Brizantha y el Adolfo, que tienen un pastoreo rotacional, los ciclos son de 7,3 y registran los valores más altos en los días de pastoreo máximo, debido a su alta carga animal.

Por consiguiente, la sumatoria de los DPM (días de pastoreo máximo) entre los 365 días del año indicó para la finca una capacidad de carga anual de 141,93 UA/año (apéndice 10), en tanto la capacidad de pastoreo estimada tomó en cuenta el área de pasturas de la finca e indicó un total de 1,21 UA/ha, dato equivalente a una finca con carga animal media.

Lo anterior no significa que sea una carga inadecuada, pero sí exige mejorar las condiciones actuales en los tiempos de descanso y ocupación, procurando con ello que el suelo y la pastura descansen en un tiempo óptimo, evitando que se desgasten, lo cual se consigue al aumentar el número de apartos, según se planteó en el cuadro 4, pág. 101.

Esta categoría de carga animal media, de acuerdo con Chi Chan (2005), debería contar con períodos de ocupación de uno a dos días, con treinta días de descanso y de quince a dieciséis apartos por hato de ganado (cuadro 6). La propuesta de zonificación busca aplicar esta recomendación minimizando los días de ocupación a través del aumento del número de apartos. No obstante, por los costos que implica implementar cercas vivas, no se propone cumplir con estos quince a dieciséis apartos, pero sí aumentar el número actual y, con ello, mejorar las condiciones actuales de la actividad ganadera.

Cuadro 6. Recomendación general para la división de apartos

Carga animal	UA/Ha	N.º de apartos	Días de ocupación	Días de descanso
Baja	< 1	6 a 7	5 a 6	30
Media	1 a 2	15 a 16	2	28 a 30
Alta	2 a 3	30	1	29

Fuente: Chi Chan (2005)

Manejar los tiempo de ocupación y descanso es fundamental para la mejora que se busca, más aun por el comentario del Ing. Oviedo, funcionario de FERTICA (comunicación personal, 2011), al referirse a los períodos de ocupación en un potrero. Él señalo que cuando el período de ocupación es corto (<10 días), las pasturas presentan mejor calidad y palatabilidad; cuando el tiempo de descanso aumenta, las pasturas se recuperan apropiadamente; pero cuando este tiempo sobrepasa lo recomendado (>28 días), aumenta la lignina¹ en las pasturas, lo cual afecta la parte nutritiva de la planta para el rumiante.

La segmentación del área de pastoreo beneficia la mejora en la calidad de las pasturas y la estructura del sustrato edáfico, al someterlo por un período menor de tiempo al pisoteo del

¹ Sustancia que forma parte de la pared celular de una planta y aumenta cuando las plantas maduran. Este incremento perjudica el consumo de nutrientes por parte del ganado, los cuales se obtienen de la celulosa y la hemicelulosa de la célula vegetal; pero cuando la lignina aumenta, estas se adhieren a la lignina, lo cual impide que sean aprovechadas por el ganado (Anzola D., 2007).

ganado. Así se mejora el sistema de rotación. Esta segmentación contempla la distribución de los recursos del agrosistema, tal como sigue.

Distribución de la red hídrica, cercas vivas y manchas boscosas

Se considera la ubicación espacial de estos elementos geográficos, para valorar la nueva distribución de apartos y aminorar costos, al no requerir la implementación de cercas. Por eso se analizan los productos cartográficos, del diagnóstico biofísico, referente al mapa 10 del recurso hídrico (pág. 95) y al mapa 9 de la distribución de la vegetación (pág. 90), con el fin de dotar a los nuevos apartos, en la nueva distribución, de área boscosa o uso forestal.

Para lo anterior y como primer paso, se tomó en cuenta el área actual de pasturas de cada apto y se dividió en áreas de igual tamaño, considerando la distribución de las cercas vivas actuales, manchas boscosas, red hídrica y las unidades animales que pastorearían en cada potrero propuesto.

En consecuencia, se planteó un total de 23 apartos, distribuidos espacialmente según el mapa 13 y presentados en el cuadro 7, un total de diez potreros más que la partición actual. El propósito es aumentar el número de potrero a cada hato ganadero y evitar que un mismo apto sea compartido por más de un hato, administrando mejor las cargas y el espacio y respetando para ello la distribución del uso boscoso indicado en el mapa 9, pág. 90 del capítulo anterior.

Cuadro 7. Propuesta de división de apartos

Hato	Apartos actuales	Apartos propuestos	Días de ocupación	Días de descanso	Área propuesta promedio por apto
Vacas de cría 1	3*	5	5 a 6	28	5,9 ha
Novillos	3*	4	7 a 8	28	6,3 ha
Terneros	4*	4	7 a 8	28	5,3 ha

Continuación del cuadro 7

Toretos	3*	4	7 a 8	28	4,2 ha
Vacas de cría 2	1	3	8 a 9	25	3,2 ha
Prontas	1	2	7 a 8	15	2,1 ha
Leche	1	2	**	**	1,8 ha

*Potreros compartidos con otros hatos de ganado

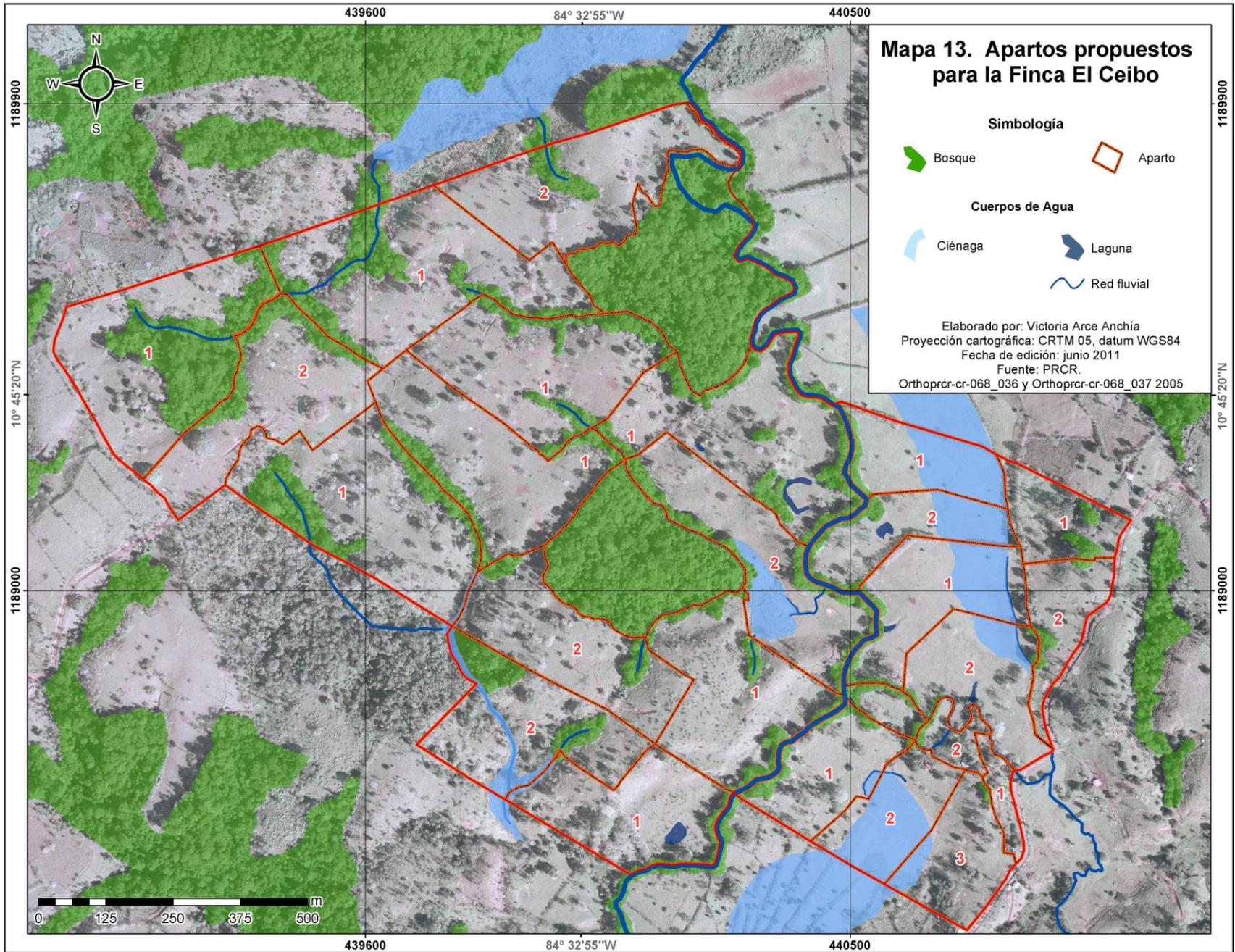
** La actividad lechera se da por ciertos períodos. Fuente: Elaboración propia, 2011

Esta nueva segmentación de la finca ganadera, presentada en el mapa 13, destina cinco potreros al ganado de vacas de cría (VC1), siempre distribuido en el extremo de la finca donde están los potreros Ojoche, Olman y el potrero Adolfo. El hato de las prontas pasa de tener un apartado a contar con dos. Igualmente, las vacas lecheras y las otras vacas de cría (VC2) ubicadas en el potrero Llano de la Casa, pasan de pastorear en uno a hacerlo en tres apartos, tal como lo especifica el Cuadro 7.

Los hatos de los machos también se ven favorecidos, por cuanto los novillos pasan a tener cuatro apartos: dos en el potrero Adentro del Río, otro en el potrero Los Lomillos y uno en el potrero Las 40; este último se divide en dos apartos, y el otro es ocupado por el hato de los terneros, que a su vez pastorearían en el potrero Brizantha y Fernando. Los toretes en el Llano Grande y Llanito tendrían cuatro apartos.

3.1.2 Factores determinantes para el uso propuesto de la tierra

Los factores determinantes para el cambio de uso de la tierra toman en cuenta variables geomorfológicas (relieve, pendiente y suelos) y biológicas (distribución de manchas boscosas), afectadas directamente en la eventual ejecución de la propuesta de zonificación.



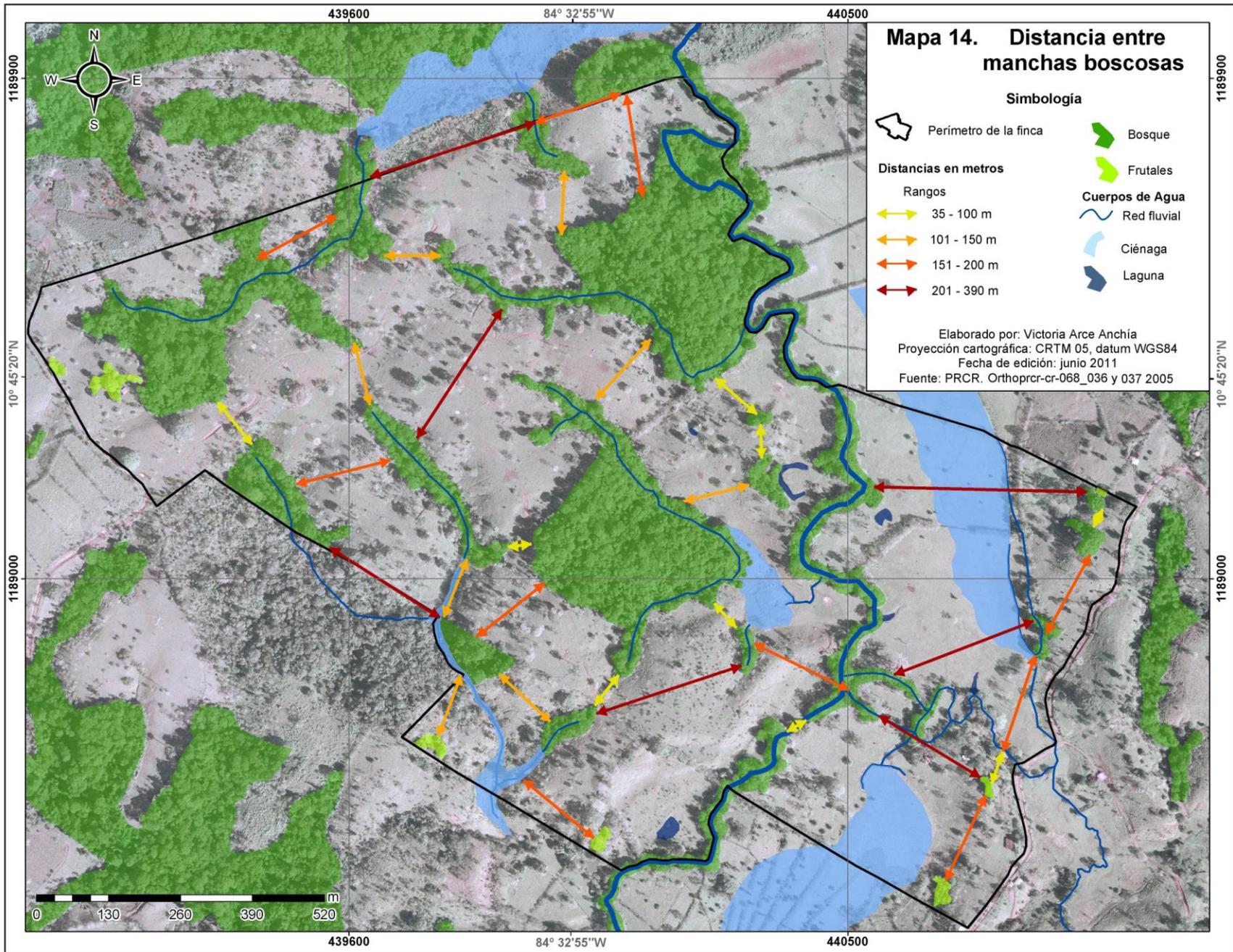
Estos factores tienen una relación codependiente entre sí, por cuanto las acciones que se toman a raíz del análisis de pendientes afectan directamente al área de cobertura boscosa. A su vez, la necesidad de mejorar las condiciones entre manchas boscosas varía el uso de la tierra actual. Por consiguiente, estos factores determinantes, contribuyen a dar solución a los problemas señalados en el Cuadro 3, a partir de los siguientes factores:

Uso actual de la tierra y distribución de las manchas boscosas

Este factor analizado buscó justificar cuáles áreas son sectores potenciales para aumentar cobertura boscosa y mejorar la conectividad. Con ese fin, del diagnóstico se obtuvieron los sitios donde suele avistarse la fauna silvestre y se diseñó el mapa 14, que señala los sectores con mayor fragilidad de conectividad, sobre los cuales se plantearía un cambio de uso.

Este mapa identifica dicha fragilidad con una simbología de flechas, cuyas distancias se establecieron en los siguientes rangos: 35 a 100 m, 101 a 150 m, 151 a 200 y 201 a 390. De manera que cuanto más distancia hay entre manchas, aumenta la dificultad de movimiento de las especies en la matriz paisajística. Esto tiene su origen en dos aspectos: ausencia de trampolines o corredores que permiten conectar estos parches, y lo deforestado de ciertas áreas de pasturas.

Precisamente, parte de las áreas deforestadas son cauces de quebradas, como por ejemplo las quebradas Prontas y La Casita. Estas son parte de las áreas en que se propone cambiar el uso de la tierra a reforestación, sea por regeneración o siembra, y así dar solución a uno de los puntos mencionados en el cuadro 3, pág.100.



En cuanto a las áreas con distancias mayores entre manchas (flechas rojas – mapa 14), se evaluaron para usos silvopastoriles, considerando las opciones de cercas vivas y bancos forrajeros. Esto por cuanto, para llevar a cabo la nueva división de apartos, se requiere la implementación de cercas vivas; y en el caso de los bancos forrajeros, estos reforzarían los enlaces entre manchas a través de corredores biológicos.

Otra de las deficiencias en la actividad ganadera (cuadro 4) es el desaprovechamiento de las cercas vivas actuales. Como solución, se propone aprovechar esta cobertura silvopastoril, por los beneficios esperados e indicados en el cuadro 8, el cual contiene la producción de materia seca disponible en las cercas vivas actuales.

El cuadro 8 indicó la totalidad de 4123 árboles en las cercas vivas de especies forrajeras, Poró (*Erythrina poeppigiana*) y Madero Negro (*Gliricidia sepium*), con una producción en MS/poda de 4995,6 kgMS, los cuales podrían abastecer a todo el ganado de la propiedad por un período de tiempo de tres días. Sin embargo, esto requeriría invertir en la corta del material y distribuirlo proporcionalmente a cada hato, lo cual requeriría un gasto en mano de obra y de tiempo, que bien podría variar al cortar las cercas cuando el hato está pastoreando cerca de ellas.

Cuadro 8. Materia seca disponible en las actuales cercas vivas

Especie	N.º de árboles	Total kgMs/poda
Poró	3323	3555,61
Madero Negro	800	1440
Total	4123	4995,6

*UA= 144 unidades animales

** Cada UA requiere por día un mínimo de 10 kgMs. Fuente: Elaboración propia, 2011

A esto se añade el resultado obtenido de las cercas vivas propuestas (mapa 16) según la nueva distribución de apartos: un total de catorce cercas nuevas, equivalentes a 3552 KgMs/poda (Cuadro 9). Esto aumentaría la producción de MS en la finca, disponible cada tres meses. El costo de la inversión se indica más adelante (pág. 131).

Cuadro 9. Materia seca disponible en las nuevas cercas vivas

Especie	Cerca (m)	N.º árboles (Ms)	N.º árboles (frutales)	Total kgMs/poda
Poró	116,3	110	4	118,1
Poró	294,6	282	10	301,5
Poró	189,3	181	6	193,7
Poró	108,1	102	4	108,6
Poró	42,9	37	1	40,12
Poró	207	197	7	210,9
Madero Negro	244,7	235	8	422,1
Madero Negro	311,7	298	10	536,9
Madero Negro	84,6	80	3	143,7
Madero Negro	35,9	35	1	62,6
Madero Negro	303,3	288	10	518,7
Madero Negro	260,7	250	9	450
Poró	238	229	8	245,1
Poró	194,3	187	6	199,9
TOTAL	2631,6	2511	88	3552,5

Fuente: Elaboración propia, 2011

El diseño de estas nuevas cercas vivas se planteó con el objetivo de brindar una fuente de alimento para el ganado y fauna silvestre, así como aumentar el número de conexiones en la matriz para el desplazamiento de especies silvestres. De esta forma, se pretende dar solución a las categorías de distancias indicadas en el mapa 14 y se procura que su ubicación espacial no signifiquen obstáculos para el flujo de especies.

Por este motivo, en el Cuadro 9 se agregó la columna de la cantidad de árboles frutales que se estima podría tener cada cerca nueva. Esto responde al diseño presentado en la figura 15, donde se indica que por cada treinta metros de cerca habrá treinta árboles de Madero Negro

(*Gliricidia sepium*) o Poró (*Erythrina poeppigiana*), y le seguirá un árbol frutal, para un total de ochenta y ocho árboles, tal como se detalla en el citado cuadro.

Estos serían 88 nuevos sitios de alimentación para el ganado y las especies silvestres, distribuidas en toda la finca. Las especies frutales utilizadas para tal fin serían: Papaya (*Carica papaya*), Banano (*Musa sapientium*), Caimito (*Chrysophyllum cainito*), Manzana de Agua (*Syzygium malaccense*), Chilamate (*Ficus insípida*), Pocora (*Guarea rhopalocarpa*), Aguacatillo (*Cinnamomum spp*), Zapote (*Couepia poliandra*), etc.

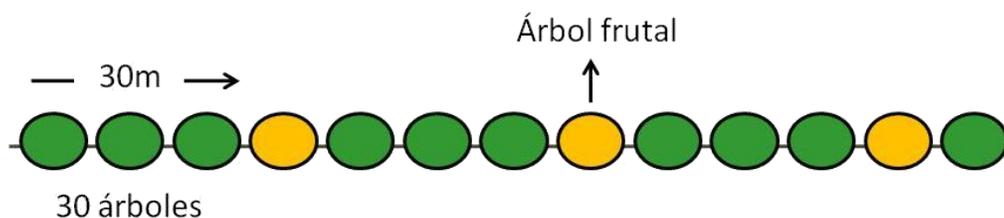


Figura 15. Diseño de propuesta para las nuevas cercas vivas, intercalando árboles de Poró y Madero Negro con especies frutales, cada 30 m. Fuente: Elaboración propia, 2011

Es importante aclarar que la distribución de las cercas vivas propuesta (mapa 16), buscó no ser un obstáculo para la movilización de especies, de manera que se veló porque esto no ocurriera. Con ese propósito, se diseñó el fin de la cerca en un uso boscoso, por ser una cobertura a la que el ganado no suele adentrarse, sobre todo si hay pendiente pronunciada. Al no requerir cercas en estas zonas, las especies silvestres circulan de un lado a otro sin grandes obstáculos.

Prácticamente solo los potreros al margen este del río Chimurría quedaron siempre “incomunicados”, por la red fluvial. Sin embargo, hubo una mejora con las cercas propuestas, en cuanto a más áreas de sombra, más materia seca y más sitios de alimentación (árboles frutales). Además, para especies como las aves o monos, las cercas son elementos de enlaces biológicos, por cuanto se mantiene la idea de que para unas especies un elemento puede ser un obstáculo y para otras un medio de hábitat, lo cual hace que la propuesta beneficie a los distintos grupos de animales silvestres.

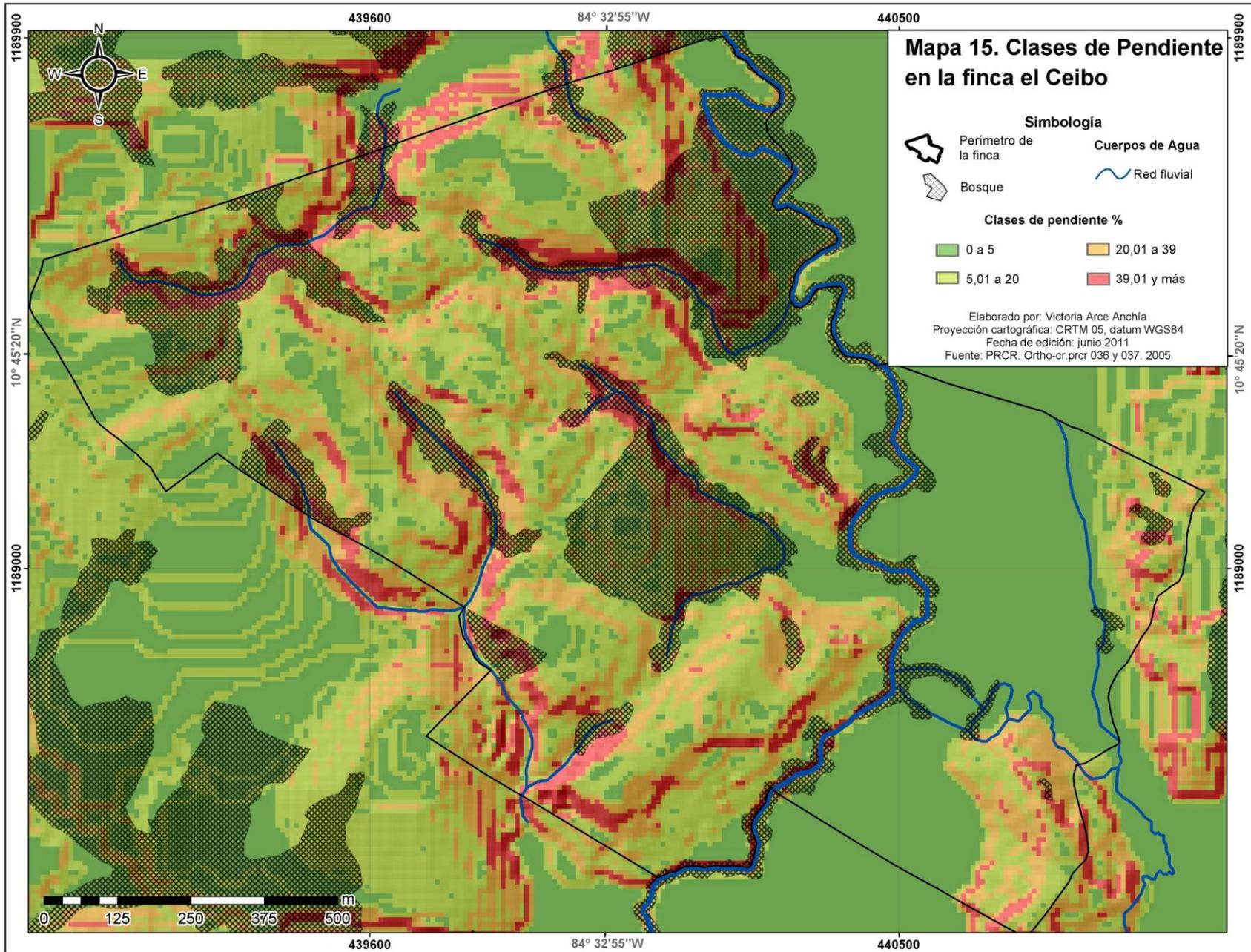
Siguiendo con la propuesta de cambios de uso de la tierra, estos se valoran en la justificación del análisis de pendientes, el cual se presenta a continuación.

Clasificación de las pendientes en la finca El Ceibo

La pendiente, tal como lo menciona Cubero (2000), es un parámetro importante de tomar en cuenta en los planes de mecanización del terreno. Para ello, también debe considerarse el uso de la tierra, pues al haber alta pendiente y nula cobertura vegetativa, la posibilidad de erosión por escorrentía es alta. Esta circunstancia se da en esta finca, principalmente por la lenta permeabilidad en los suelos, tal como se mencionó en la etapa del diagnóstico biofísico.

La escorrentía también se presenta cuando la pendiente tiene cierto grado de inclinación y, aunque el uso de la tierra incluye pasturas, estas son desprovistas de árboles. Estos brindarían más espacios de aire en el interior del suelo, lo cual contribuiría a la infiltración del agua precipitada y reduciría el nivel de escorrentía; de ahí la importancia de reforestar áreas de pendiente.

En esta etapa, se identificaron los sectores que requieren un cambio en el uso de la tierra, debido a los porcentajes altos de pendiente indicados en el mapa 15. Para ello, se utilizó la clasificación de rangos de pendiente de Mora e Ibrahim (2006). No obstante, en el uso de la tierra no se cumplió a plenitud lo estipulado por ellos, por cuanto el área de pasturas podría reducirse aun más de lo considerado hasta este momento en la propuesta. En ese sentido, el uso de la tierra propuesto pretende solucionar la situación expuesta en el Cuadro 3, aplicando los siguientes lineamientos.



3.2 Usos propuestos de la tierra

La propuesta en el cambio de uso de la tierra para la zonificación agroecológica, planea pasar del uso de pasturas a uso boscoso o forestal. En el caso del primero, a través de la regeneración natural; y en el segundo caso, por la localización de más árboles dispersos y de bancos forrajeros.

Este cambio de cobertura se planteó considerando los sitios señalados como frágiles en la conectividad entre las manchas boscosas (mapa 14) y los sectores con alta pendiente (mapa 15), lo cual da como resultado la propuesta siguiente.

3.2.1 Para reforestación

Reforestar es repoblar un área con plantas (RAE, 2011). Así, se propone efectuar una regeneración natural en algunas zonas (futuro uso boscoso), y una reforestación con pasturas en otros sectores, considerando para ello el complemento que brindan las categorías del mapa 14 de distancia entre manchas boscosas (pág. 115), tal como sigue:

1. La regeneración natural: se aplicaría en los sectores localizados en el mapa 16 de la propuesta de zonificación, con base en los siguientes criterios:

- Zonas próximas al cauce fluvial de la quebrada Las Prontas, quebrada Casita, quebrada Olman y quebrada Adolfo (ver mapa 10 del recurso hídrico, pág. 95), excluyendo un tramo no mayor de 10 m, que sirva de bebedero para el ganado. Esta regeneración pretende brindar protección boscosa, como mínimo 10 m a cada margen del cauce.

- Zonas con pendiente de 40%. Es el área con mayor potencial para reforestar a través de la regeneración natural. Por ejemplo, en el mapa de pendiente se aprecian en el sector del potrero Ojoche al norte de la isla del Ojoche, también en el borde de esta isla, en el potrero Los Lomillos, justo en el sector más visitado por el venado colablanca (*Odocoileus virginianus*).
- Este cambio de uso también se aplica en el potrero Brizantha, en los márgenes de la quebrada, en una porción de ese potrero y en la cercanía del Trampolín del Venado, para mejorar las condiciones de hábitat de esta especie.
- Proximidad con una mancha boscosa. En los casos en que no se cumplen los puntos anteriores, es decir, no hay cauce fluvial cerca o pendiente fuerte, pero existe la posibilidad de mejorar la conexión entre manchas boscosas, al disminuir la distancia entre ellas, se propone aumentar el área de uno de los dos parches o mejorar su geometría; por ejemplo, entre los trampolines del potrero Las Prontas; en el sector al noroeste del Trampolín Lateral, en el potrero Adolfo; al margen este de la isla Adolfo, en el potrero Ojoche; en el apartado Adentro del Río, entre el Trampolín el Venado y el Punto Boscoso; y, finalmente, un segmento del río Chimurría (mapa 16).

2. La reforestación en pasturas: se planteó haciendo siembras planificadas con plantas de la zona y árboles frutales, esto último con el objetivo de brindar más alimento a la fauna, principalmente en los sitios cercanos a un cauce fluvial, por ser estos nodos hídricos de atracción. Este uso se visualiza en el mapa 16 y se propone en los siguientes casos:

- Áreas con pendientes superiores a 40%, que ya cuentan con una cercanía significativa a áreas boscosas existentes y no tienen la necesidad de establecer enlaces biológicos: se procede a aumentar el número de árboles dispersos, en

procura de la estabilidad de las laderas, al eliminar las pendientes deforestadas y mejorar los flujos dentro de la matriz; por ejemplo, en el margen norte del brazo del Ojoche; en el margen este del segmento Brizantha; en el margen sur de la quebrada Adolfo, en el potrero Ojoche.

- Áreas con pendientes superiores a 40% pero con marcada influencia antrópica: esta se entiende como próxima a caminos o casas, de manera que no conviene crear hábitats para uso boscoso, debido a la alta probabilidad de riesgo por la caza furtiva, hasta tanto no hayan campañas de concientización en la zona. Por ejemplo, en la zona cercana al corral en el potrero de La Casa; o reforestación con árboles frutales, para evitar disminuir el área de pasturas, en el Altillo de las Prontas (mapa 16).
- Áreas de llanura, como por ejemplo los potreros Llano Grande, Llanito y Llano de la Casa: reforestar con especies arbóreas de copas robustas, tales como Chilamate, Mango o Gavilán. Estas especies darían más sitios con sombra y, eventualmente, aumentarían el número de árboles en ambientes de llanura.

Lo anterior beneficiaría: a) la baja densidad arbórea indicada en el diagnóstico, para los sectores llanos, en 0,74 arb/km² y b) las condiciones edáficas, en los trillos de ganado o suelos desnudos, cuya deficiencia se indica en el cuadro 4, como sector erosionado, y que además cuentan con alta compactación (5 kg/cm² –figura 10, pág. 68), lo cual perjudica la capacidad de permeabilidad. Con el nuevo uso, esta condición disminuiría.

Este cambio de uso conlleva implementar un cercado temporal en un borde de la nueva cobertura, al cercar el área por un período de dieciocho meses, con dos hilos de alambre y utilizando como postes los mismos árboles dispersos del sitio.

La calidad de la cerca sería de solo dos hilos, ya que, por ser un área con pendiente pronunciada, el ganado no se esmeraría en cruzarla. En los casos en que no hay pendiente, ya al término de dieciocho meses estaría introducido un uso de charral, en el cual no entra el ganado. En cuanto a las áreas de llanura, al haber baja densidad arbórea, a cada nuevo individuo se le brindará protección mecánica (cercas individuales).

3.2.2 Para bancos forrajeros

El banco forrajero propuesto es un sistema silvopastoril, de proteína, de la especie Poró, la cual posee las siguientes características:

- Producción forrajera: 1,07 kgMs por individuo.
- Fisonomía fuerte: su tronco es más fuerte que otras leguminosas, como Leucaena o el mismo Madero Negro, lo cual se necesita para que el convivio con el ganado sea satisfactorio (puede haber pérdida de plantas ante el daño animal), sobre todo porque cada individuo tendría en promedio una altura de 1,2 m.

El diseño de este banco proteico sigue el esquema de callejones (figura 16), para que el ganado tenga mayor movilidad y los daños a la leguminosa sean menores. Este uso abarcó un área de 3,2 ha, distribuida en cinco parcelas, según áreas pastoreadas por cada hatu ganadero, las cuales se indican en el mapa 16.

Los usos de bancos forrajeros serían áreas ocupadas por el ganado unas horas al día, con un tiempo de descanso de tres meses. Por lo tanto, serían áreas amigables para el desplazamiento de especies durante la mayor parte del tiempo, esto a pesar de estar cercados en dos extremos, no así los lados que son límites de usos boscosos, manteniendo

con ello la permeabilidad de flujos silvestres. El banco forrajero sería para ramoneo¹¹, precisamente porque los sistemas de corte involucran una inversión extra y la poda sería en promedio cada tres meses.

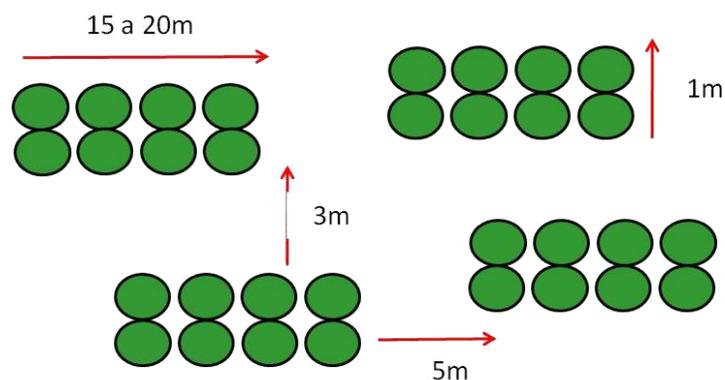


Figura 16. Diseño de propuesta de banco forrajero. Para mayor aprovechamiento, se ubican dos hileras de árboles juntas de 15 m de longitud y 1 m de ancho, distanciadas por 3m. Fuente: CATIE, sin fecha

La ubicación geográfica de los bancos forrajeros, indicada en el mapa 16, consideró zonas de topografía llana y pendiente de 30 a 40%, según el mapa de pendientes, tal como sigue:

- Aprovechamiento de áreas con características geomorfológicas idóneas: este es el caso de la porción de isla ubicada en el potrero Llano Grande, la cual no representa inversión en cercas vivas, por estar rodeada de agua, de manera que la ubicación de un banco de proteína es idónea. Este banco es para aprovechamiento del hato de los toretes; aporta al agrosistema 3268 arbolitos, con una productividad de 3496 kgMS/poda, aprovechable únicamente por el hato de los toretes, más un caballo, es decir, 19 UA.
- Áreas de pendiente de 40%: en los casos de los potreros Ojoche y Llano de la casa. con pendiente de 5 y 40%, respectivamente.

¹¹ Ramoneo es la acción de ramonear, es decir, es cuando un cultivo está a una altura aceptable para que el ganado lo consuma directamente de la planta, de manera que el ganado puede ramonear.

El ubicado en el Ojoche aportaría 2944 árboles. Debido a su topografía, no se sembrarían más, ya que, por tener una fuerte pendiente, las hileras son más separadas y, en consecuencia, la densidad de árboles es menor. En cuanto a la producción en materia seca, se espera que sea de 3150 kgMs/poda, aprovechada por el lote de vacas (VC1) de 33 UA. Este banco además enlaza el Trampolín Quebrada y el Trampolín Ojoche, lo cual contribuye a la conexión biológica.

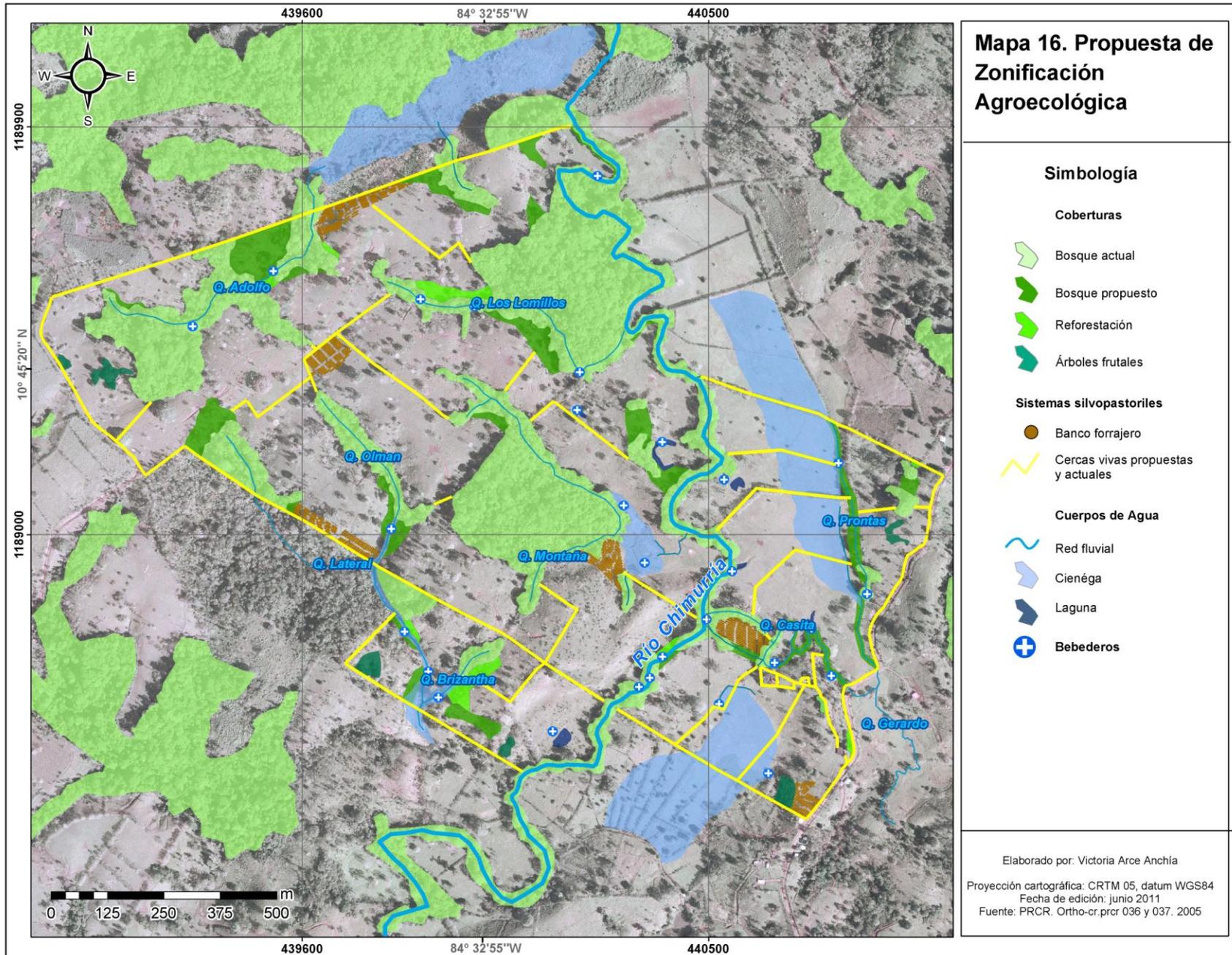
En el caso del ubicado en el Llano de la casa, cercano al siembro de árboles frutales, el aporte sería de 2469 árboles, aproximadamente, con una producción de 2641 kgMS/poda, aprovechada por 21 UA.

- Conectividad en el paisaje: dando solución a lo indicado en el mapa 14, pág.115, se mejora el enlace entre la isla Lateral y la ciénaga de la quebrada Brizantha (potrero Olman); en este caso, el banco tendría un uso silvopastoril, con 3611 arbolitos, con una producción esperada de 3863 kgMS/poda, que abastecería a 33 UA.

En el potrero Fernando, el banco se localiza entre el trampolín Fernando y la isla Central. Se sembrarían 3182 árboles, que producirían 3404 KgMS/poda, aprovechada por los terneros, con 24 UA.

En el caso del hato de los novillos, con 35 UA, estos se abastecerían del ubicado al norte del potrero Las 40, con 4442 árboles, que produciría unos 4752 kgMs/poda.

Por medio de esta propuesta de uso descrita previamente e ilustrada en el mapa 16, se visualiza una zonificación agroecológica más interconectada, con una mejora en la eficiencia de flujo de energía, a través de la creación de cercas vivas, bancos forrajeros y coberturas de áreas boscosas, estableciendo una conexión entre ambos extremos de la finca.



Esta conectividad beneficia principalmente a las manadas de monos y a la avifauna, y por ende a las plantas, debido a que ambos grupos son dispersores de frutas y semillas por excelencia. Esto contribuye al intercambio de energía y a un rejuvenecimiento constante del agrosistema, por los constantes cambios del día a día.

El cambio de uso propuesto cumple con la mejora en la ecología de la finca, por cuanto:

- Se produce un aumento en las áreas para la protección de hábitats (cuadro 10), con los cambios de uso de la tierra, pasando de un 25% en cobertura boscosa a un 30%, clasificando los usos en los siguientes porcentajes:

Cuadro 10. Usos de la tierra en la finca El Ceibo

Porcentajes de uso de la tierra actual		Porcentajes de uso de la tierra propuesto	
Pasturas	75%	Pasturas	68%
Bosque	25%	Bosque	30%
		Banco forrajero	2%

Fuente: Elaboración propia, 2011

Con esta propuesta, se desea mejorar los avistamientos de especies, a través de: a) la optimización de pasturas a uso boscoso, b) los enlaces entre parches boscosos y c) los bancos forrajeros utilizados también como corredores biológicos, en especial porque se localizaron entre usos boscosos.

Esta propuesta geográfica cumple con lo esperado, debido a una serie de implicaciones, identificadas a continuación.

3.3 Implicaciones bioespaciales de nuevas coberturas

La zonificación agroecológica planteó implicaciones en tres campos: el ganadero, el biológico y el económico. En este último aspecto, se consideró la disponibilidad del dueño de la finca para llevar a cabo los cambios. Estas implicaciones son las siguientes:

3.3.1 Implicaciones ganaderas

La aplicación de los sistemas silvopastoriles beneficia la producción ganadera en dos aspectos:

- **Alimento para el ganado:** la materia seca producida en las cercas vivas y bancos forrajeros estaría disponible como mínimo cada tres meses para el ganado. De esta manera, cada hato tendría a su disposición un banco de alimentos. En el caso de los bancos de proteína, el ganado pastorearía por unas horas al día en estos espacios, por un tiempo menor de tres días. Con respecto a las cercas vivas, estas se cortarían en el apartado que esté ocupado durante los tres meses.
- **Administración del territorio:** la división de apartos se realizó considerando áreas similares por hato ganadero, en procura de tiempos de descanso óptimos y los beneficios que esto conlleva, por lo cual en algunos casos fue necesario remover cercas actuales para acoplarlas a la propuesta geográfica.

3.3.2 Implicaciones biológicas

Las repercusiones de tipo biológico abarcan el beneficio del sustrato edáfico, de especies silvestres y, por ende, la mejora paisajística.

- Protección del recurso suelo: con la implementación de los bancos forrajeros, sembrados a favor de las curvas de nivel, se busca evitar pérdidas del suelo por escorrentía. Además, en algunos sectores con pendientes superiores al 40%, se propuso pasar de uso de pasturas a uso boscoso, para mejorar el aporte de materia orgánica y la densidad aparente.

A su vez, el sustrato edáfico se beneficia tras la propuesta de ciclos de pastoreo, de forma que el suelo permanece ocupado por menos tiempo que el período actual.

- Protección boscosa en cauces fluviales: se reforestaron las quebradas y canales que estaban desprovistos de árboles, evitando con ello el uso de herbicidas para la chapia en estos sectores.
- Mejora paisajística para el desplazamiento de especies: se optimizaron las áreas señaladas en el mapa 14 de distancia entre manchas boscosas, con lo cual se mejoró su conectividad. El resultado se aprecia en el mapa 16, con los sistemas silvopastoriles propuestos, las nuevas cercas vivas y los bancos forrajeros.

Los bancos se distribuyen en topografía plana y relieve ondulado, de modo que su ubicación geográfica responde también al fortalecimiento de enlaces entre manchas boscosas. Además, del uso silvopastoril para la conectividad, se eligen áreas para uso boscoso, localizadas en sitios donde con mayor frecuencia se avistan los venados colablanca.

3.3.3 Implicaciones económicas

La propuesta de zonificación geográfica plantea una relación 1:3, es decir, pasar de áreas de pasturas a bancos forrajeros, uso boscoso o pasturas arboladas. Así mismo, busca mejorar

los ciclos de pastoreo, lo cual se obtiene con el aumento en el número de cercas vivas. A continuación se especifica el costo de cada cobertura y la cuantificación biológica respectiva, considerando el trabajo de mano de obra de dos personas.

Cercas vivas propuestas

En el cuadro 11 se detallan los materiales necesarios para implementar aproximadamente catorce nuevas cercas, correspondientes a un total de 2592 m. Se considera que cada rollo de alambre cuenta con 283 m, con un costo unitario de ₡30 000; un total de 39 cajas de grapas, tomando en cuenta que en cada caja hay 230 unidades, a un costo de ₡1350. El número de jornales de trabajo para dos personas sería de nueve jornales de seis horas cada una, para un costo total de ₡1 288 732,9.

Cuadro 11. Costos para 2592 m de cercas vivas

Rubro	Cantidad	Costo
Rollos de alambre	37	1115864,3
Cajas de grapas	45	61281,3
Jornales	9	111586,4
Total		₡ 1 288 732

Fuente: Elaboración propia, 2011

Uso boscoso y pasturas arboladas

Este involucra un cercado de 35 cercas temporales, con un total de 4786 m de longitud de cerca, necesarios para proteger las plántulas de la intromisión animal, por un período de dos años.

Esto significaría el aumento a un 5% de cobertura boscosa, cuya inversión se traduce a ¢1 245 856,2, considerando que las cercas serían de solo dos hilos y los rubros abarcarían rollos de alambre, cajas de grapas y jornales de trabajo (cuadro 12).

Cuadro 12. Costos en la protección de perímetros para nuevas coberturas

Rubro	Cantidad	Costo
Rollos de alambre	34	1014699,6
Cajas de grapas*	21	28 216,59
Jornales	17	202 939,9
Total		¢ 1 245 856,2

*Cada 2 m se postearía, y no cada 1 m como en las cercas de división de apartos.

Además, el poste sería un árbol cercano al área. Fuente: Elaboración propia, 2011

Bancos forrajeros

La implementación de esta cobertura requiere encerrar cinco de las seis áreas destinadas para este uso, utilizando seis cercas, equivalentes a 1048 m de longitud. Se requieren quince rollos de alambre para cercar con cuatro hilos. En cuanto a la totalidad de jornales, estos toman en cuenta el levantamiento de la cerca para las áreas destinadas a este uso y el tiempo invertido en sembrar los árboles del banco, con un costo final de ¢ 893 534,36.

Cuadro 13. Costos en la implementación del banco forrajero

Rubro	Cantidad	Costo
Rollos de alambre	15	444 381,6
Cajas de grapas	18	24 714,6
Jornales	36	404 714,6
Total		¢ 893 534,4

Fuente: Elaboración propia, 2011

Por consiguiente, la inversión total en la zonificación agroecológica de la finca El Ceibo es de ₡ 3 428 122,6, recuperable a través de la venta de madera, proveniente de los árboles dispersos de la misma finca, en particular de tres especies con mayor número de individuos: Laurel (*Cordia alliodora*), Lagarto (*Zanrhoxylum sp*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*).

Si bien en esta propuesta se busca reforestar y evitar áreas deforestadas, se considera rentable la opción de madera, por cuanto es solo para cumplir el gasto de la inversión. La ventaja con que se cuenta es el levantamiento de especies registrados en el capítulo del diagnóstico, donde se identifica la predominancia de dos especies: Laurel (*Cordia alliodora*) y Lagarto (*Zanrhoxylum sp*), su respectiva medida del DAP y la altura neta vendible.

El Laurel y Lagarto son buenos para la construcción, lo mismo que la especie Poró, que se utiliza para formaleta. Las tres especies se distribuyen con facilidad en todos los potreros, por lo cual los individuos, para vender, deben tener un DAP superior a los 100 cm, que se localicen en pasturas arboladas, en relieves preferiblemente planos y que son árboles no considerados en peligro de extinción.

La venta de estos individuos, para sufragar los gastos de la zonificación, debe ser como mínimo de cuatro individuos de la especie Laurel (*Cordia alliodora*), cuatro de Lagarto (*Zanrhoxylum sp*) y tres de Poró, equivalentes a un ingreso de ₡ 3 516 721 (cuadro 14), con un sobrante para imprevistos menores.

El cuadro 14, muestra la estimación del valor en colones (₡) de la madera, de algunos de los individuos muestreados – en el diagnóstico biofísico-, de acuerdo con el precio por pulgada. Para la estimación, se utilizaron las medidas en centímetros del DAP (diámetro a la altura del pecho) convertidas a pulgadas, para efectos de aplicar la valorización de los datos de la Organización Nacional de Forestación (2009). La estimación se realizó para piezas de 4 varas que son las más utilizadas en el mercado, tal como lo indica el cuadro 14

Cuadro 14. Cálculos del costo de madera, según la Organización Nacional de Reforestación (ONF), 2009

Especie	DAP (cm)	Altura (cm)	DAP (pulg.)	Altura (para 4 varas)	Pulgadas totales	Precio x pulg. en patio colones	Precio total por árbol (₡)
Laurel	129	1760	13	5	844	203	171420
Laurel	200	1000	20	3	1153	203	234115
Laurel	183	1600	18	5	1545	203	313611
Laurel	124	1000	12	3	443	203	89994
Lagarto	209	1440	21	4	1814	197	357268
Lagarto	230	1920	23	6	2928	197	576895
Lagarto	212	1600	21	5	2073	197	408443
Lagarto	316	2000	31	6	5758	197	1134341
Poró	240	300	24	1	498	163	81209
Poró	228	300	22	1	450	163	73291
TOTAL							₡ 3 516 721

Fuente: Solera, 2009

Como bien se plasma en el cuadro 14, la riqueza maderable es el insumo para solventar los gastos de esta propuesta geográfica. Se venden nueve árboles maderables, para poder reforestar la finca de una manera más agroecológica, recordando que esta reforestación se plantea con árboles de la misma finca, sin necesidad de incurrir en gastos de compra de semilla. Además, esta propuesta no requiere una disminución en el número de cabezas de ganado; incluso, deja abierta la posibilidad de aumentar la cantidad de ganado, gracias a la mejora en el sistema de pastoreo.

Esta propuesta de zonificación geográfica, se llevo a cabo con el aporte de otras ciencias, no solo del ámbito geográfico, sin embargo, la geografía como ciencia central, planteo la integralidad de una serie de variables y factores determinísticos que dio como resultado este producto de zonificación y de ordenamiento territorial a escala de finca.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta investigación se planteó buscando una zonificación en una finca ganadera que equilibre la sostenibilidad ecológica y económica en esta unidad espacial. Se concluye en los tres grandes pilares del desarrollo sostenible: el ecológico, el económico y el social.

Ámbito ecológico

La propuesta brinda protección a los recursos naturales, a través de:

- La reforestación: protege el suelo, por medio de la siembra de bancos forrajeros en pendientes, disminuyendo con ello la escorrentía; el recurso hídrico, con el aumento de la cobertura boscosa en las quebradas deforestadas; y la biodiversidad, con la mejora en los hábitats actuales, optimizando el paisaje para la movilización de especies.
- Ciclos de pastoreo óptimos: la rotación oportuna del ganado en los apartos da un tiempo oportuno de descanso a los suelos y la recuperación de las pasturas, lo cual brinda una mejor calidad en la alimentación del rumiante.

Esta mejora en la calidad de las pasturas contribuye a reducir la emisión de gases de metano. Además, los árboles dispersos en la finca, sumados a los árboles propuestos, aumentan la captación de carbono de la atmósfera, con lo cual se mejora el ambiente en la finca El Ceibo y en las fincas vecinas, tal como lo sugiere la Convención para el Cambio Climático, en el Convenio Cancún 2010.

Los árboles propuestos se distribuirían en las coberturas de cercas vivas y bancos forrajeros; en el caso de este último, incrementaría en más de 19 000 el número de árboles dispersos de la especie Poró. Con respecto a las cercas vivas, estas ubicarían 88 árboles frutales, que a su vez serían 88 nuevos sitios de alimentación para el ganado y especies silvestres, los cuales estarían distribuidos en toda la finca.

Así mismo, los muestreos de árboles dispersos y la descripción de especies florísticas en el interior de la isla Central, respaldan la afirmación de que la finca es un banco de germoplasma, el cual puede aprovecharse tanto para la protección de especies arbóreas en peligro de extinción como para conservar la flora a través de viveros.

Ámbito económico

La unidad espacial de las fincas ganaderas presenta opciones para financiar proyectos, como el manejo óptimo en el cambio de uso de la tierra, a través del aprovechamiento de los recursos arbóreos localizados en la finca. Estos individuos seleccionados, serían especies con predominancia en la finca, localizados en altiplanos, no cercanas al cauce fluvial y de rápido desarrollo vegetativo.

Se definieron factores determinantes para proponer cambios en el uso de la tierra en paisajes ganaderos, considerando los sitios con mayor frecuencia en el avistamiento de especies, el grado de pendiente, el nivel de conectividad entre manchas, la distribución de los recursos y la productividad de la actividad ganadera.

También se identificaron los factores que delimitan la unidad económica del aparcamiento: la distribución del recurso agua, vegetación, suelo, y los análisis de la evaluación de pasturas y capacidad de pastoreo estimada.

Ámbito social

La propuesta de zonificación geográfica es un proyecto que puede servir de marco a la municipalidad de Los Chiles, para dar inicio a un plan de ordenamiento territorial que parta de una concepción paisajística, en aras de lograr un mosaico de agrupación de fincas ganaderas, organizadas comunalmente, en pro de la biodiversidad.

Además, sienta las bases para el desarrollo de un turismo científico, promoviendo las investigaciones en ambientes ganaderos, como por ejemplo analizar la distribución de árboles dispersos, estudiar las especies faunísticas según grupo animal, diseñar estrategias para la recolección de las excretas de animales y manejo de residuos sólidos, analizar la degradación de los suelos en espacios ganaderos y establecer prácticas de conservación de suelos.

La calidad de la producción de carne en fincas semiintensivas es otro de los beneficios que afecta directamente al consumidor, por cuanto el ganado alimentado a base de pasturas, según indica Quirós (2006), produce carne más saludable que el engordado en fincas estabuladas, cuya alimentación se basa en granos. Esto obedece a que el consumo de pasturas hace que la carne posea menos grasa, y en fincas como la estudiada, es más beneficiosa para el consumidor.

La propuesta metodológica desarrollada en la finca El Ceibo identificó una serie de ventajas, con las que no siempre cuentan las fincas ganaderas, en particular por ubicarse en otras regiones del país.

Ventajas en la propuesta de zonificación:

1. Las condiciones climáticas donde se encuentra la propiedad son favorables para la producción forrajera, precisamente por la ausencia de una estación seca prolongada.

2. La disponibilidad del dueño en aplicar una propuesta de manejo sostenible, pues es consciente de la importancia de proteger la biodiversidad.
3. Aprovechamiento de las condiciones agropaisajísticas que la finca posee, para la división de apartos, por ejemplo la distribución de las manchas boscosas y la red hídrica, lo cual aminora costos por no implementar nuevas cercas vivas.

Desventajas en la propuesta de zonificación:

La extensión de la finca el Ceibo (ha) da para aumentar la carga animal e incrementar más el número de apartos en la propuesta. Sin embargo, el recurso hídrico es el limitante primordial, de manera que, para aumentar el número de apartos, se debe implantar un bebedero en cada uno, que significa una inversión económica mayor, al requerir el desarrollo de un sistema de tuberías en toda la finca.

Por consiguiente, se reducen gastos al continuar utilizando los ríos y quebradas como bebederos. No obstante, estos cauces fluviales mantienen el alto riesgo de ser contaminados por las boñigas que eventualmente el ganado deposite allí. La propuesta no contempla esta situación.

Además no se planteó la diversificación de alimentos en la dieta del bovino, lo cual es recomendable, pues el rumiante requiere de una dieta con seis componentes, como fibra (dada en el pasto), energía (melaza, banano), proteína (cerdaza, urea), minerales, vitaminas y agua (Arronís, 2006), y en el caso del hato ganadero de esta finca, los componentes de energía, proteína, minerales y vitaminas, no los recibe a diario, sino con menor frecuencia.

Lo anterior, debido a que implica más inversión en términos económicos, lo cual no tuvo respaldo por parte del dueño, principalmente porque el rendimiento en la producción de

carne no se ha visto afectado; es decir, la dieta basada en pasturas no ha perjudicado la ganancia de peso.

Recomendaciones

En fincas ganaderas, se puede promover la diversificación de la economía del finquero, al crear viveros forestales dentro de sus fincas, lo cual les generaría ganancias adicionales mediante la venta de plántulas o, en algunos casos, la donación a instituciones.

El MINAET, como Ministerio de Ambiente, debería invertir en campañas de concientización y educación en contra de la caza furtiva, principalmente en áreas rurales, donde la caza es una práctica común, realizada sin controles adecuados.

Este trabajo puede ser utilizado por el MAG, en convenio con FONAFIFO, para elaborar planes de ordenamiento rural en paisajes ganaderos, que brinden incentivos a los finqueros participantes, siempre que estos se comprometan a mantener un equilibrio entre la actividad productiva y la protección de la biodiversidad.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Abarca y Montenegro. (2001). *Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global*. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) – Instituto Meteorológico Nacional (I.M.N). San José, Costa Rica. 135 p.
- Artavia, Luis. (2010). *Delimitación efectiva de parques nacionales, un caso de estudio: parque nacional Barra Honda. Costa Rica*. Tesis de licenciatura en Geografía. Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica. 144 p.
- Barquero, Luis. (1988). *Diagnóstico ambiental y zonificación del río Rincón, basada en la opinión campesina, península de Osa, Costa Rica*. Tesis de licenciatura en Geografía con énfasis en Ordenamiento del Medio Ambiente. Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica.
- Bennet, Andrew. (2004). *Enlazando el paisaje. El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. UICN - Unión Mundial por la Naturaleza. San José, Costa Rica. 278 p.
- Berstch, Flores. (2004). *Informe final recurso suelo en Costa Rica*. En: Décimo estado de la Nación en desarrollo humano sostenible.
- Bolós, María. (1992). *Ciencia del paisaje*. (1ª. ed). Barcelona, España: Editorial Masson S. A. 273 p.

- Brizuela y Mantilla (sin fecha). *Manejo silvopastoril del bosque natural en Guanacaste. Propuesta para un desarrollo sustentable de la pequeña ganadería*. Proyecto Forestal Chorotega. IDA, FAO, Holanda. 82 p.
- Burel y Baudry. (2001). *Ecología del paisaje, conceptos métodos y aplicaciones* (1.^a ed.). Madrid, España: Editorial Ediciones Mundi-Prensa S. A. 353 p.
- Carrillo, Wong y Sáenz. (2002). *Mamíferos de Costa Rica* (2.^a ed.). Heredia, Costa Rica: Editorial INBIO. 249 p.
- Chaves y Rojas (1992). *Curso sobre manejo, alimentación y sanidad de ganado de carne*. Instituto Latinoamericano de Fomento Agroindustrial. Beni, Bolivia.
- Cortés, Gerardo (2004). *Propuesta de indicadores para medir la sostenibilidad de los recursos naturales en la cuenca baja del río Tulin (Tusubres)*. Tesis Magister *Scientiae* en gestión integrada de áreas costeras tropicales, Universidad de Costa Rica.
- Cortés, Víctor (2005). *Notas de clase Curso de Geopedología*. Escuela de Geografía. Universidad de Costa Rica.
- Cubero, Diógenes (2000). *Curso manejo y mejoramiento de suelos*. Instituto Latinoamericano de Fomento Agroindustrial. Matagalpa, Nicaragua. 52 p.
- Forsythe, Warren (1975). *Física de suelos*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. 211 p.
- González, Miguel (1980). *Manual de laboratorio de edafología*. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 99 p.

- Henríquez y Cabalceta (1999). *Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos, con un enfoque agrícola* (1.^a ed). ACCS. San José, Costa Rica. 111 p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2007). *Dinámicas territoriales en la Zona Norte de Costa Rica: Los Chiles, Upala, Guatuso y La Cruz* (2.^a ed.). San José, Costa Rica. 14 p.
- Jiménez, Quirico (1996). *Manual dendrológico de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica: Taller de Publicaciones ITCR. 165 p.
- León, Jorge y Poveda, Luis (2000). *Nombres comunes de las plantas de Costa Rica* (1.^a ed.). San José, Costa Rica: Editorial Guayacán. 870 p.
- Monge, Javier (2003). *Análisis de tres sistemas agroforestales y caracterización de un modelo agroforestal potencialmente sostenible para zonas montañosas de altura media (1500-2500 msnm) en Costa Rica*. Tesis doctoral, en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible, Universidad de Costa Rica.
- National Geographic en Español. *La vida en la Tierra. ¿Cómo garantizar el alimento en el futuro?* Setiembre de 2008, vol. 23, n.º 3. 92p.
- Löcke, Óscar (2007). *Notas de clase: Manejo de Áreas Silvestres*. Escuela de Geografía. Universidad de Costa Rica.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1997). *Zonificación agro-ecológica: guía general*. Boletín de suelos de la FAO, n.º 73. Roma, Italia. 82p.

- Peña y Pozo (1992). *Explotación de pastos y forrajes*. Tomo II. Ministerio de Educación Superior. Instituto Superior de Ciencias Agroalimentarias de La Habana.
- Pezo e Ibrahim (1999). *Sistemas silvopastoriles*. Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal, módulo 2 (2.^a ed.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Pittier, Henry (1978). *Plantas usuales de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Editorial Costa Rica. 330 p.
- Quirós, Erick (2005). *Importancia de la carne bovina*. Revista Escuela de Ganadería. Edición n.º 34. Alajuela, Costa Rica. 70 p.
- Rüginitz, M. (2004). *Efectos de la incorporación de tecnologías silvopastoriles sobre la demanda de mano de obra y rentabilidad de las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua*. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Secretaria Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (1988). *Síntesis de zonificación agroecológica de catorce cultivos agrícolas de Costa Rica*. San José, Costa Rica. 45 p.
- Secretaria Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (1985). *Zonificación Agropecuaria, esquema metodológico y sus aplicaciones al caso de la región Huetar Norte*. San José, Costa Rica.
- Suárez de Castro, Fernando (1979). *Conservación de suelos* (3.^a ed.). San José, Costa Rica. 315 p.

- Solís, Manuel (1990). *Desarrollo rural*. Tercera reimpresión de la primera edición. San José, Costa Rica: Editorial EUNED. 137 p.
- Vargas, Gilbert (2007). *Guía de procedimientos en el proceso de investigación* (1.^a ed.). San José, Costa Rica: Editorial Alma Mater. 77 p.
- Vargas, Gilbert (2009). Fragmentación y conectividad de ecosistemas en el sector del proyecto geotérmico Miravalles y sus alrededores. 1975–2007. *Revista Reflexiones*. Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de Costa Rica.
- Vargas, Gilbert (2009). *Geografía de Costa Rica* (2.^a ed.). San José, Costa Rica: Editorial EUNED.

Sitios webs

- Anónimo (1999). *Evolución de la gestión del desarrollo agrario*. San José: XI Congreso Nacional Agronómico.
http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-I_513.pdf
Consultado en la Web en mayo de 2010.
- Anónimo. *Aves de Costa Rica*.
<http://www.avesdecostarica.com>
Consultado en la Web en junio 2011
- Anzola, Julio (2007). *Experiencia en el uso de forrajes de calidad en un sistema intensivo de producción lechera*. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal.

http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-10.pdf

Consultado en la Web en mayo de 2011.

- Arronis, Victoria (2006). *Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación y suplementación estratégica en pastoreo*.
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/estabulacion.pdf
Consultado en la Web en febrero de 2009.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica, Poder Legislativo (1961). Ley de Tierras y Colonización (ITCO IDA), n.º 2825 del 14 de octubre de 1961. San José, Costa Rica.
http://www.pgr.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.asp?param2=ynValor1=1ynValor2=32840ynValor3=34654ynValor4=NO
Consultado en la Web en mayo de 2008.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica, Poder Legislativo (1996). Ley Forestal n.º 7575, 13 de febrero de 1996. San José, Costa Rica.
<http://www.tramites.go.cr/manual/espanol/legislacion/7554.PDF>
Consultado en la Web en julio de 2011.
- Barrientos y Chaves (2008). *Región Huetar Norte. Oferta exportada actual y oferta potencial de productos agropecuarios alternativos*.
http://www.procomer.com/Espanol/docs/PDF/estadisticas/Region%20Huetar%20Norte_final.pdf
Consultado en la Web en 30 de marzo de 2010.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (sin fecha). *El uso de bancos forrajeros para la alimentación de verano*. Serie de cuadernos de campo.
http://www.nitlapan.org.ni/files/documento/1177099187_El%20uso%20de%20bancos%20forrajeros%20para%20la%20alimentaci%C3%B3n%20de%20verano.pdf

Consultado en la Web en junio de 2011.

- Chi Chan, Horacio (2007). *Manejo de pastos: división del potrero en apartos*.
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/manejo_pastos.pdf
Consultado en la Web en febrero de 2009.
- Gómez y Pascal (2007). *Cuaderno de escuela de campo, El Balance Forrajero*. Equipo de ECA- Tropitécnica.
http://www.nitlapan.org.ni/files/documento/1193070819_El%20balance%20forrajero.pdf
Consultado en la Web en marzo de 2011.
- Green, Douglas (2007). *Biological Processes in Riparian Areas-Habitat. Arizona's Riparian Areas. Chapter 5*. College of Agriculture and Life Sciences. UA Cooperative Extension. Arizona, Estados Unidos.
<http://ag.arizona.edu/extension/riparian/chapt5/p3.html>
Consultado en la Web en junio de 2011.
- Instituto de Desarrollo Agrario (IDA). *Región Huetar Norte*.
<http://www.ida.go.cr/regiones/zn5.html>
Consultado en la Web en abril de 2008.
- Instituto Nacional de Biodiversidad. (2011). *Aves y plantas de Costa Rica*.
<http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=ubipub.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=default2.htm&-SortField=nombre%20cientifico&-Op=eq&nueva=S&-Max=3&-Find>
Consultado en la Web en enero de 2011.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). *IX Censo Nacional de Población realizado en junio del año 2000*.
<http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>
Consultado en la Web en abril de 2008.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ministerio de Agricultura y Ganadería y SICA. (2000). *III Censo Nacional Agropecuario*.
<http://www.magap.gob.ec/sigagro/censo/terminos.htm>
Consultado en la Web en febrero de 2011.
- Lobo y Díaz (2001). *Agrostología*. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
<http://www.uned.ac.cr/PMD/recursos/cursos/agrostologia/index.htm>
Consultado en la Web en febrero de 2009.
- Manjarrez, Hernández, Ben de Jong, Nahed Toral, Vallejo, Salvatierra y Zaba (2007). *Configuración territorial y perspectivas de ordenamiento de la ganadería bovina en los municipios de Balancán y Tenosique, Tabasco*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, n.º 64. 115 p.
<http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/boletin/bol64/bltn64Art6.pdf>
Consultado en la Web en octubre de 2008.
- Mora, Jorge (2006). *El Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), el desarrollo productivo y el bienestar social en el medio rural de Costa Rica. Análisis evaluativo sobre el cumplimiento de sus objetivos y funciones*. Programa Regional de Maestría en Desarrollo Rural (PRMDR), Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica
<http://www.ida.go.cr/noticias/Evaluacion%20IDA%20UNA.pdf>
Consultado en la Web en agosto de 2008.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Salud Animal. Departamento Zoosanitario Nacional. Corporación Ganadera (2006). *Manual de buenas prácticas en la producción primaria de ganado bovino de carne*.
<http://www.corfoga.org/>
 Consultado en la Web en abril de 2010.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Salud Animal. Departamento Zoosanitario Nacional. Corporación Ganadera. (2006). *Análisis del Censo Ganadero del 2000*.
<http://www.corfoga.org/pdf/proyecto/censo2000.pdf>
 Consultado en la Web en abril de 2010.
- Mora e Ibrahim. (2006). *Planificación de fincas ganaderas ecoamigables*.
<http://web.catie.ac.cr/PlanificacionFincas/planificacion-jmora.pdf>
 Consultado en la Web en abril de 2008.
- Mundo forestal S.A. *Álbum de árboles de Costa Rica*.
<http://www.elmundoforestal.com/album/index.html>
 Consultado en la Web en abril de 2011.
- Noy-Meir, Imanuel (2005). *Producción ganadera y conservación de la biodiversidad: conflictos y soluciones*. Facultad de Agricultura, Universidad Hebrea de Jerusalén y IMBIV - CONICET, Universidad Nacional de Córdoba.
<http://www.congresopastizales.com.ar/conclusiones/NoyMeir-Fina-Producci%F3n%20ganadera%20y%20biodiversidadl.doc>
 Consultado en la Web en junio de 2008.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación – FAO. Departamento de Agricultura y Protección al Consumidor (2006). *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente*.
<http://www.fao.org/AG/esp/revista/pdf/0612-1.pdf>. Visitado el 14 de abril de 2008
Consultado en la Web en abril de 2008.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación – FAO (2006). *La ganadería amenaza el medio ambiente. Es necesario encontrar soluciones urgentes*.
<http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
Consultado en la Web en abril de 2008.
- Real Academia Española (2011). *Diccionario de la lengua española*
<http://www.rae.es/rae.html>
Consultado en la Web en agosto de 2011.
- Ruiz, Castillo, Febles y Janetl (2006). *Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa en sistemas ganaderos*. Instituto de Ciencia Animal de Cuba. X Seminario de Pastos y forrajes 2006.
http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A8-Tomas%20Ruiz.pdf
Consultado en la Web en febrero de 2009.
- Ruiz, Jorge y Fandiño, María Claudia (2009). *Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la vieja providencia y Santa Catalina, Colombia, caribe suroccidental*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. Vol. XXXIII, n.º 126.
http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_33/126/5-16.pdf

Consultado en la Web en julio de 2011.

- Salazar Grettel y Salas Norman (2009). *Precios de la madera en Costa Rica, primer semestre 2009*. Oficina Nacional de Reforestación.
<http://www.oficinaforestalcr.org/archivos/download/Preciosyx15118.pdf>
Consultado en la Web en junio de 2011.
- Salinas, O. (1999). *El Instituto de Desarrollo Agrario en el desarrollo rural*. San José: XI Congreso Nacional Agronómico, Conferencia 44.
www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-I_409.pdf
Consultado en la Web en octubre de 2010.
- Segrelles J. (2000). *Aproximación teórica y metodológica al estudio geográfico de la ganadería en España*. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, No. 41, p. 108-119. Universidad de Alicante, España.
<http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/boletin/bol41/b41art7.pdf>
Consultado en la Web en octubre de 2008.
- Sirias, Isabel; Ramírez, Freddy; Ramírez, Iván; Pérez, Mijail y Sotelo, Marlon (2005). *La biodiversidad en fincas ganaderas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.
<http://web.catie.ac.cr/silvopastoril/folletos/biodiversidadnic.pdf>
Consultado en la Web en mayo de 2008.
- Universidad Nacional de Costa Rica. *Herbario Juvenal Valerio Rodríguez*.
<http://www.una.ac.cr/ambi/herbario/arbol.htm>
Consultado en la Web en abril de 2008.

- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2010). *Convenio Cancún*.
http://unfccc.int/meetings/cop_16/cancun_agreements/items/6005.php
Consultado en la Web abril de 2011.
- Wadsworth, Jonathan (1993). *Análisis de sistemas de producción animal. Tomo 1: Las bases conceptuales*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación – FAO.
<http://www.fao.org/DOCREP/004/W7451S/W7451S02.htm>
Consultado en la Web en octubre de 2008
- Willan, L. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. Roma, Italia.
<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/ad232s00.htm#TOC>
Consultado en la Web en junio de 2011.

Entrevistas

- Entrevista personal al señor Pastor Arce Campos, dueño de la finca El Ceibo S.A. Realizada en los años 2008, 2009, 2010 y 2011.
- Entrevista personal al ingeniero agrónomo Marvin Oviedo, funcionario de FERTICA. Realizada en abril de 2011.
- Entrevista personal al ingeniero forestal David Espinoza, consultor ambiental. Realizada el 29 de abril de 2011.

- Entrevista personal al especialista en Nutrición Animal, M.Sc. Augusto Rojas Bourrillon, de la Universidad de Costa Rica. Realizada en enero de 2009 y en abril de 2011.
- Conferencia en la escuela de Biología, Universidad de Costa Rica (II ciclo, 25 de noviembre de 2008). Biogeógrafo de la Universidad de Sevilla, España, Dr. José Manuel Rubio Recio. Tema: *Los paisajes de Dehesa en función del manejo y la explotación.*

Información de datos y cartografía

- Instituto Geográfico Nacional (1985). *Hoja topográfica San Jorge, escala 1:50 000.* San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional (2010). Datos de precipitación y temperatura de la Estación Comando Los Chiles. San José, Costa Rica.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (2004). *Atlas de Costa Rica.* Versión digital. Cartago, Costa Rica.
- Programa de Regularización, Catastro y Registro (2005). *Fotos aéreas PRCR-CR-068_036 y PRCR-CR-068_037.* San José, Costa Rica.

APÉNDICES

Apéndice 1. Datos climáticos de la Estación Comando Los Chiles, años 2008 y 2009

Estación: 633 COMANDO LOS CHILES													
Promedios Mensuales de Temperatura (°C)													
												Lat:	11°02'
												Long:	-84°43'
												Altitud:	40m
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2008	24,3	24,7	25,5	26,5	26,6	25,8	25,7	26,1	26,8	25,9	25,4	24,1	25,6
2009 t	24,3	24,3	24,8	26,3	26,8	26,6	25,9	26,0	26,6	26,2	25,3	25,3	25,7
Prom.	24,3	24,5	25,2	26,4	26,7	26,2	25,8	26,1	26,7	26,1	25,4	24,7	25,7
Mín:	24,3	24,3	24,8	26,3	26,6	25,8	25,7	26,0	26,6	25,9	25,3	24,1	24,1
Max:	24,3	24,7	25,5	26,5	26,8	26,6	25,9	26,1	26,8	26,2	25,4	25,3	26,8
DS:	0,0	0,3	0,5	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,8	
Fuente:	IMN, 2011												
Estación: 633 COMANDO LOS CHILES													
Precipitación Mensual (mm)													
												Lat:	11°02'
												Long:	-84°43'
												Altitud:	40m
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acum. Anual
2008	81,5	36,2	31,9	24	282,9	335,9	358,3	179,6	114,5	244,4	37,4	303,3	2029,9
2009 p	84,8	87,1	43,6	73,1	126,1	241,6	283,7	197,6	246,3	106,8	58,1	140,7	1689,5
Prom:	83,2	61,7	37,8	48,6	204,5	288,8	321	188,6	180,4	175,6	47,8	222	3719,4
Min:	81,5	36,2	31,9	24	126,1	241,6	283,7	179,6	114,5	106,8	37,4	140,7	24
Max:	84,8	87,1	43,6	73,1	282,9	335,9	358,3	197,6	246,3	244,4	58,1	303,3	358,3
DS:	2,3	36	8,3	34,7	110,9	66,7	52,8	12,7	93,2	94,3	14,6	115	
Datos Incompletos													
Fuente:	IMN, 2011												

Apéndice 2.

Datos climáticos de la Estación Comando Los Chiles, período de 1995 a 2010

Estación: 633 COMANDO LOS CHILES													
Promedios Mensuales de Temperatura (°C)													
												Lat:	11°02'
												Long:	-84°43'
												Altitud:	40m
Temperatura 1995-2010													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1995-2010	24,1	24,6	25,8	26,5	26,5	25,9	25,6	25,7	26,0	25,7	25,1	24,5	25,5
Fuente: IMN, 2011													
Estación: 633 COMANDO LOS CHILES													
Precipitación Mensual (mm)													
												Lat:	11°02'
												Long:	-84°43'
												Altitud:	40m
Precipitación 1995-2010													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acum. Anual
1995-2010	88,1	40,5	29	43,3	169,2	228,7	267,8	230	195,9	200,8	152,3	134,8	1780,4
Fuente: IMN, 2011													

Apéndice 3. Estimación de carga animal y capacidad de pastoreo estimado

Capacidad de carga animal (CCA)

La matriz de estimación de capacidad de carga y densidad de pastoreo, realizada por el Ing. Agr. Augusto Rojas Bourrillon, de la Universidad de Costa Rica, es la siguiente:

Matriz de estimación de la máxima capacidad de carga animal

Nombre del aparto	Área (ha)	Pasto	Días de ocupación	Días de descanso	UA/ciclo pastoreo	Ciclos por año	Días de pastoreo máximo
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TOTAL							

Fuente: Rojas, 1992

Esta matriz se completa por medio de la siguiente información:

- Se debe contar con el área de los potreros y su respectiva identificación.
- Apreciación visual, para determinar composición botánica (tipos de forrajes), topografía, saladeros, fuente de agua.
- Consultar al propietario acerca de la cantidad de ganado que soporta el potrero, los días de descanso, de permanencia y el tiempo que requiere para su recuperación hasta el próximo pastoreo.
- Se realiza el siguiente cálculo para obtener el número de ciclos por año.

Ciclos por año = $\frac{365}{\text{Días de ocupación} + \text{días de descanso}}$
--

- e) Estimación de los días de pastoreo máximo (DPM): es la permanencia de una unidad animal (UA) (por ejemplo vaca adulta, o un individuo de 400 a 450 kg) por 24 horas en el potrero.
- f) Los DPM se llenan a un año y contienen los días de ocupación y descanso de acuerdo con la siguiente fórmula:

$\text{DPM}_{\text{anual / aparto}} = \text{n.}^\circ \text{ de ciclos} \times \text{n.}^\circ \text{ máximo UA} \times \text{días de ocupación}$
<p>Donde:</p> <p>DPM= días de pastoreo máximo</p> <p>UA= Unidad animal</p>

- g) Determinar la capacidad de carga anual (CCA) de la finca, para lo cual se suman los DPM de cada aparto, para obtener el total y se divide entre el número de días por evaluar.

$\text{CCA} = \frac{\text{DPM}_{\text{total}}}{\text{Período total de días}}$
<p>Donde:</p> <p>CCA= Capacidad de carga animal</p> <p>DPM= días de pastoreo máximo</p>

- h) Determinación de la carga de pastoreo estimada (CPE)

$\text{CPE} = \frac{\text{capacidad de carga anual máxima}}{\text{área de pastoreo total}} = \text{UA/Ha}$
<p>Donde:</p> <p>CPE= Capacidad de pastoreo estimada</p> <p>UA= Unidad animal</p> <p>Ha= hectárea (10,000m²)</p>

Apéndice 4.

Transformación de categoría animal a unidad animal (UA)

Categoría animal	Unidad animal
Ternero macho y hembra	0,30
Toros	1,20
Toretas	1,00
Vacas	1,00
Vaquillas	0,90
Novillo grande	0,90
Novillo pequeño	0,65

Fuente: Chávez y Rojas, 1992

Apéndice 5.

Porcentaje textural de suelos y la compactación respectiva

N.º muestra	Apartos	Unidad ambiental	Textura	Are.	Lim.	Arc.	Compact. superficial
1	Llano casa	Ciénaga	FA	30	38	32	0,00
2	Llano	Llanura de inundación	FA	32	32	36	0,50
3	Fernando	Mesa	FA	34	34	32	1,50
4	Fernando	Suelos desnudos	A	30	24	46	5,00
5	Brizantha	Pendiente deforestada	FA	32	34	34	0,80
6	Isla central	Interior del bosque	FA	30	36	34	0,2

Fuente: Elaboración propia, 2011

FA= francoarcilloso

A = arcilloso

Are. = arena

Lim. = limos

Arc. = arcillas

Apéndice 6.

Árboles dispersos en la finca El Ceibo

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Aceituno	<i>Simarouba amara</i>	Guayacán	<i>Acosmium panamense</i>
Achiotillo	<i>Vismia guianensis</i>	Hombre grande	<i>Quassia amara</i>
Aguacatillo	<i>Cinnamomum spp</i>	Higuerón	<i>Ficus spp</i>
Botarrama	<i>Gmelina arborea</i>	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>
Zapotillo	<i>Couepia poliandra</i>	Jobo	<i>Spondias mombin</i>
Camíbar	<i>Copaifera aromatica</i>	Jorco	<i>Garcinia intermedia</i>
Caobilla	<i>Carapa guianensis</i>	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Ceiba	<i>Ceiba spp</i>	Lagarto	<i>Zanrhoxylum sp</i>
Ceibo barrigón	<i>Bombax barrigon</i>	Manteco	<i>Cupania sp.</i>
Cedro Amargo	<i>Cedrela adorata</i>	Paleta	<i>Dussia macrophyllata</i>
Cenízaro	<i>Samanea saman</i>	Pocora	<i>Guarea rhopalocarpa</i>
Chilamate	<i>Ficus insipida</i>	Pilón	<i>Hyeronima oblonga</i>
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	Roble Coral	<i>Terminalia amazonia</i>
Corteza Amarilla	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Roble Sabana	<i>Quercus sp</i>
Cornezuelo	<i>Acacia costarricensis</i>	Sotacaballo	<i>Zygia longifolia</i>
Danto	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tamarindo	<i>Dialium guianense</i>
Fruta Dorada	<i>Virola koschnyi</i>	Tostado	<i>Sclerobium costaricense</i>
Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Yema de huevo	<i>Chimarrhis parviflora</i>

Continuación del apéndice 6

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Guácimo macho	<i>Luehea seemanii</i>	Ojoche	<i>Brosimum terrabanum</i>
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	Guanábana	<i>Annona muricata</i>
Manzano	<i>Syzygium malaccense</i>	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>
Fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	Guaba	
Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	Mango	<i>Mangifera indica</i>
Naranja	(<i>Citrus paradisi</i>)	Mamón Chino	<i>Nephelium lappaceum</i>
Pejibaye	<i>Bactris gasipaes</i>	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Pipa	<i>Cocos nucifera</i>
Papaya	<i>Carica papaya</i>		

Fuente: Jiménez, Quírico (1996)

Apéndice 7.

Características de cercas vivas

N.º de cerca	Propiedad	Individuos de otras especies	Longitud (m)
1	Vecino		237,929
2	Propia	Pocora, Higuerón	345,279
3	Propia	Pochote	339,278
4	Propia		154,985
5	Propia		477,140
6	Propia	Pochote	86,237
7	Propia		332,744
8	Vecino		18,295
9	Propia	Guayaba	322,648
10	Propia	Higuerón	98,625
11	Propia		83,597
12	Propia		27,789
13	Propia		45,976
14	Propia		16,922
15	Vecino		230,867
16	Propia		254,031
17	Propia	Higuerón	251,768
18	Propia	Higuerón	144,892
19	Propia		120,910
20	Propia		251,488
21	Propia		89,421
22	Propia		118,932
23	Vecino		157,920
24	Propia	Pochote	165,168
25	Propia		57,594
26	Propia		153,885

Continuación del apéndice 7.

N.º de cerca	Propiedad	Individuos de otras especies	Longitud (m)
27	Vecino		184,041
28	Propia		274,691
29	Propia		44,256
30	Vecino		108,724
31	Propia		479,550
32	Vecino		328,884
33	Vecino		98,729
34	Propia		376,853
35	Propia		77,118
36	Propia		203,216
37	Vecino		132,529
38	Propia		76,086
39	Propia		281,842
40	Propia	41	46,930
41	Vecino		75,852
42	Propia		189,345
43	Propia		183,213
44	Propia		57,586
45	Propia		312,399
46	Propia		150,788

Fuente: Elaboración propia, 2011

Apéndice 8.

Características de las pasturas

Pasto	Nombre científico	Tipo de producción	Semilla	Distribución	Rebrote
Tanner	<i>Brachiaria radicans</i>	Produce estolones en todas las direcciones	Es de baja germinación	Se establece en suelos con alto contenido de materia orgánica, condiciones de alta humedad y mal drenados	A los 28 días, registra valores de 29 y 49kgMS/ha/día
Ratana	<i>Ischaemum ciliare</i>	Especie invasora, que se expande con facilidad	Alta germinación	No tolera períodos de sequía mayores a 3 meses	A los 27 días registra valores de 22 kg/MS/ha/día
Estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Produce estolones en todas las direcciones	Alta germinación	No exige humedad, no tolera sequía mayor a 4 meses, suelos mal drenados, inundados, baja fertilidad o salinos	Producción diaria de 42kgMS/ha/día

Fuente: Díaz y Lobo, 2001

Apéndice 9. Muestreo de pasturas

Estimación de la disponibilidad de pasturas en el Llanito

Rangos de disponibilidad	Disponibilidad en kg de MV, según el marco de referencia	N.º de observaciones / marco	Productos Kg
1	0,150	52	7,8
2	0,320	94	30,1
3	0,400	108	43,2
4	0,500	113	56,5
5	0,600	133	79,8
Total		500	217,4

Fuente: Elaboración propia, 2010

Estimación de la disponibilidad de pasturas en el Fernando

Rangos de disponibilidad	Disponibilidad en kg de MV, según el marco de referencia	N.º de observaciones / marco	Productos
0	0	9	0
1	0,150	22	2,86
2	0,200	326	65,2
3	0,300	278	83,4
4	0,390	45	17,55
Total		680	169,01

Fuente: Elaboración propia, 2010

Apéndice 10. Fórmulas de disponibilidad de pasturas

Disponibilidad de pasturas en el potrero Fernando

Fórmula 1	$\text{kg MV} / 0,25 \text{ m}^2 = \frac{217,4 \text{ (total de productos)}}{500 \text{ (total de observaciones)}}$	= 1,7392 kgMV/obs/m²
Fórmula 2	$\text{kg MV} = 1,7392 \text{ kgMV/obs} \times 64\,044,2 \text{ m}^2$	= 111 385,7 kgMV
Fórmula 3	$\frac{\text{kgMS}}{\text{kgMS/UA/día}} = \frac{6683 \text{ kgMS}}{180 \text{ kgMS}}$	= 35 días de ocupación

Disponibilidad de pasturas en el potrero Fernando

Fórmula 4	$\text{Kg MV} / 0,25 \text{ m}^2 = \frac{169,01 \text{ (productos)}}{680 \text{ (observaciones)}}$	= 0,994 kgMV/obs/m²
Fórmula 5	$\text{Kg MV/m}^2 = 0,994 \text{ kgMV/obs} \times 74164,14 \text{ m}^2$	= 73732,2 kgMV/m²
Fórmula 6	$\frac{\text{kgMS}}{\text{kgMS/UA/día}} = \frac{5\,898,5 \text{ kgMS}}{240 \text{ Kg}}$	= 25 días de ocupación

Capacidad de pastoreo estimado en la finca el Ceibo

Fórmula 7	$= \frac{51805,67}{365}$	141,93 UA/año
Capacidad de carga animal		
Fórmula 8	$\frac{141,933 \text{ UA}}{117,10 \text{ Ha}}$	1,21 UA/ha
Capacidad de pastoreo estimada		

Donde:

KgMV= Kilogramo de materia verde (fresca) **KgMS** = Kilogramo de materia seca
Obs = observaciones **UA** = Unidad animal