

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE AGROECOSISTEMAS A ESCALA PREDIAL UN ESTUDIO DE CASO: CENTRO AGROPECUARIO COTOVE (SANTA FÉ DE ANTIOQUIA, COLOMBIA)

Juan Camilo De los Ríos Cardona¹; Andrés Felipe Gallego Zapata²; León Darío Vélez Vargas³; José Ignacio Agudelo Otalvaro⁴; Luis Jairo Toro Restrepo⁵; Alvaro de Jesús Lema Tapias⁶ y
Luis Ignacio Acevedo Arango⁷

RESUMEN

Se caracteriza y evalúa el estado, condición y tendencia, de los Agroecosistemas (AE) del Centro Agropecuario Cotové de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, mediante la parametrización y análisis de las variadas Receptividad Tecnológica (RT) e Intensidad Tecnológica (IT), con base en la propuesta metodológica de Vélez y Gastó (1999), en cuanto a la diversidad de AE y de usos, manejo y acogida tecnológica, dotación en tecnoestructura e hidroestructura, potencial productivo y servicios a la sociedad local regional y nacional.

Los resultados muestran que la mayor parte del área del Centro (60,2%) tiene RT Alta, la cual admite el establecimiento de Sistemas de Manejo Agrotecnológico (SMA) Mecanizados Avanzados, pero solo el 15,72% del área es manejado con este SMA. El 69,3% del área del Centro, principalmente bajo cobertura de pasto para ganadería de pie de cría, es manejada con SMA tradicional.

Como producto de la interacción entre RT y los SMA utilizados, se encontraron nueve AE, de los cuales, cinco, que representan el 27,1% del área (33,6 ha), se manejan con tecnologías adecuadas a sus condiciones biofísicas o de receptividad tecnológica (IT Adecuada), y los otros cuatro, que representan el 69,4% del área (86,1 ha), son manejados

¹ Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <camidelosrios@yahoo.com>

² Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <andresgallego_elnegro@hotmail.com>

³ Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <ldvelez@unalmed.edu.co>

⁴ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <jiagudel@unalmed.edu.co>

⁵ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <ljtoro@unalmed.edu.co>

⁶ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. <adjlema@unalmed.edu.co>

⁷ Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1779, Medellín, Colombia. liaceved@unalmed.edu.co

Recibido: Marzo 22 de 2004; aceptado: Junio 24 de 2004.

con tecnologías que no se corresponden con sus condiciones de RT (IT extensivas e inadecuadas), lo que conlleva a la subutilización y/o deterioro de sus condiciones biofísicas y ecológicas.

Palabras clave: Agroecosistemas, Intensidad Tecnológica, Receptividad Tecnológica, Sistemas de Manejo Agrotecnológico, sostenibilidad, Cotové, Centros Agropecuarios.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF AGROECOSYSTEMS ON A FARM SCALE. A CASE STUDY: COTOVE FARMING CENTER. (SANTA FE DE ANTIOQUIA, COLOMBIA)

The state, condition, and tendencies of the agrosystems (AS) of the Cotové Farming Center of the Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín was evaluated by means of a parameterization and analysis of the various Receptivity Technologies (RT) and Intensity Technologies (IT), based upon the proposed methodology of Vélez and Gastó (1999), in terms of the diversity in AE and the uses, management, and technological state, technostructural and hydrostructyural endowment, potential productivity and benefits to local, regional, and national society.

Results showed that the majority of the area of the center (60%) has high RT, that indicates the establishment of Mechanized Advanced Agrotechnological Management Systems (AMS), but only 15,72% of the area is managed with this SMA. Fully 69,3% of the area of the center, mainly under pasture for raising cattle, is managed with traditional SMA.

As a product of the interaction between RT and the SMA employed, nine AE were identified, of which five, that represent 27,1% of the area (33,6 ha.), are managed with technologies adequate for the biophysical conditions and the receptivity technology (adequate IT), and the other four, which represent 69,4% of the area (86,1 ha.) are managed with technologies that do not correspond to their RT conditions (extensive and inadequate Its), that leads to a sub-utilization and/or deterioration of their biophysical and ecological conditions.

Keywords: Agroecological system, Intensity Technologies, Receptivity Technologies, Agrotechnological Management Systems, Sustainability, Cotové, Agricultural Farm Centers.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los Agroecosistemas (AE) constituye la base para el ordenamiento y planificación de predios, tal que permita optimizar su gestión, tecnificación y producción en la perspectiva de la rentabilidad, competitividad, adaptabilidad y sustentabilidad.

En el Centro Agropecuario Cotové, por no tener identificados los AE que lo conforman y carecer de estudios sobre su estado, tendencia y grado de acogida tecnológica (Receptividad Tecnológica), no es posible establecer el grado y lo adecuado de su tecnificación, representada en los Sistemas de Manejo Agrotecnológico (SMA) empleados, en la arquitectura espacial (número y diseño de potreros, parcelas, etc) y estructuras físicas (bodegas, corrales, canales de riego y drenaje, vías, etc.). Este desconocimiento genera ineficiencias en la administración del Centro: en la utilización de recursos, y en las actividades académicas, investigación, extensión y producción allí realizadas, pues la gestión del Centro se ha fundamentado en los requerimientos de cada actividad o programa y no en una visión sistémica del mismo.

Los problemas planteados aunque no específicos de este Centro, son un reflejo de la problemática general de la gestión predial que se ha tratado de solucionar desde perspectivas tecnológicas y económicas, ignorando los AE, entendidos como ecosistemas o unidades de paisaje transformadas por actividades humanas, que presentan un patrón de homogeneidad interna, con características biofísicas, ecológicas y de manejo, que las hace reconocibles y diferenciables de otras circundantes (Vélez, 2002)⁸.

Los AE tienen una connotación socioeconómica y cultural, que se refiere al significado, valoración, apropiación y usufructo de recursos naturales renovables por parte del ser humano y la sociedad (Vélez, 2002), su estudio ha sido abordado desde diferentes marcos teóricos y propuestas metodológicas que reconocen la complejidad del tema por los múltiples factores y variables biofísicas, ecológicas, culturales, ambientales, sociales y económicas que inciden sobre la arquitectura y funcionamiento de ellos. Estos métodos se localizan en dos extremos, unos de máxima complejidad por el considerable número de variables que dificultan el análisis sistémico de los AE y predios; otros de máxima simplicidad (reduccionistas) propuestos por enfoques economicistas, fundamentados en los rendimientos o en la rentabilidad, que no dan cuenta, de manera oportuna y satisfactoria, de las condiciones ecológicas, socioeconómicas y de sostenibilidad de los AE.

Vélez (1998) y Vélez y Gastó (1999), proponen una metodología basada en la identificación de variables jerárquicamente definidas como las de mayor incidencia en la estructura y funcionamiento de los AE, que se integran en dos variadas denominadas receptividad tecnológica e intensidad tecnológica, para conformar un espacio de análisis de la situación y dinámica de los AE.

Los propósitos de esta investigación fueron identificar, caracterizar y evaluar los AE del Centro Agropecuario Cotové en cuanto a su estructura, funcionamiento, estado, condición, respuestas probables y tendencia con respecto a su uso, manejo, receptividad tecnológica y potencial productivo, que permitirá una visión sistémica del Centro; su ordenación ambiental, espacial y administrativa; mayor eficiencia en la gestión, uso y manejo de sus

⁸ VÉLEZ, L. D. Análisis de AE.: Notas de clase de la asignatura "Taller para el Estudio de AE". 2002.

recursos naturales, de infraestructura, de equipos, maquinaria, insumos y humanos; y mejorar sus condiciones de competitividad académico-científica, social y económica.

METODOLOGÍA

Localización del área de estudio. El Centro Agropecuario Cotové, con un área de 121,16 ha⁹, está ubicado en la vereda El Espinal, municipio de Santa Fe de Antioquia, Departamento de Antioquia, a 76 km al occidente de la ciudad de Medellín (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son 6° 33' 32" de latitud Norte y 77° 04' 51" de longitud Oeste. Ecológicamente, se encuentra en la zona de vida bosque seco Tropical (bs-T), a una altura aproximada de 540 m.s.n.m., una temperatura promedio anual de 27°C y una precipitación anual de 1.031 mm, (Pérez y Barreiro, 1986).

Identificación y caracterización de los AE. Se utilizó la metodología propuesta por Vélez y Gastó (1999), basada en dos variadas¹⁰: Receptividad Tecnológica (RT) e Intensidad Tecnológica (IT), cuya síntesis metodológica, se presenta.

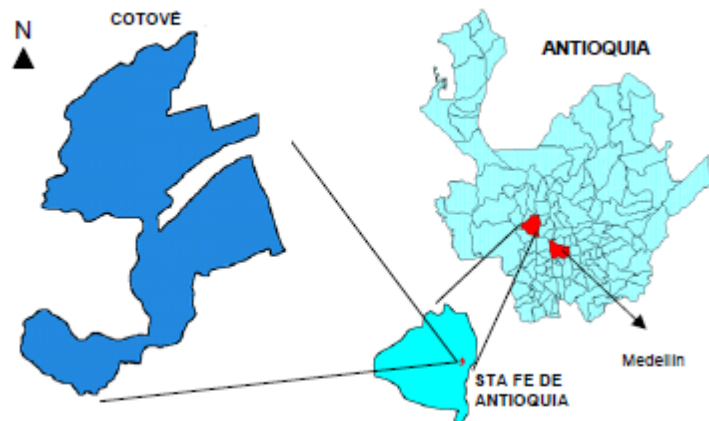


Figura 1. Localización del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

- La RT es la capacidad de un ecosistema para recibir y asimilar un tipo y cantidad de tecnología determinada, como aportes y estructuras de artificialización, sin deteriorar su capacidad productiva. La evaluación de la RT se hace con referencia al SMA Avanzado-

⁹ Fuente: Oficina de Catastro Departamental, Gobernación de Antioquia. Información tomada del censo catastral del año 1997.

¹⁰ Una variada o macrovariable, es un conjunto de variables agrupadas en una sola (comunicación personal con el profesor de Estadística Multivariada Álvaro Lema Tapias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín).

Mecanizado para el uso de cosecha de productos cultivados a campo abierto, específicamente para la agricultura de revolución verde, que es la más exigente en cuanto a los atributos del AE y medidas que se deben tomar para evitar su degradación. (Vélez y Gastó, 1999).

La RT y las Unidades Biogeoestructurales (UNBIS)¹¹ están definidas por el producto de las interacciones de las siguientes variables:

$$RT = f(\text{humedad ambiental, pendiente, profundidad efectiva, textura, hidromorfismo})$$

La humedad ambiental (factor climático) define las provincias de humedad en el sistema de clasificación ecológica de zonas de vida (Holdridge, 1982), a partir de las cuales se obtiene la RT de los AE. La determinación de la provincia de humedad se hizo con base en Espinal, (1977) y verificación en campo (De los Ríos y Gallego, 2003).

La pendiente (factor geomorfológico) es determinante en los procesos morfogénicos, especialmente los de escorrentía y reptación (Tricart y Kilian, 1982), incide en el manejo de los suelos (mecanización, tipo de riego, etc.), estabilidad del terreno y tipos de utilización de la tierra Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 1985). La determinación de las unidades geomorfológicas y las categorías de pendiente se realizaron mediante trabajo de campo (con clinómetro marca Sunto), y la revisión de los estudios de Rivera; Amaríz y Alvarez (1986) (De los Ríos y Gallego, 2003).

La textura, profundidad efectiva e hidromorfismo¹² (factores edáficos), se combinan para formar 5 categorías de suelo y su respectiva RT. La textura se determinó en campo mediante el método del tacto (Jaramillo, 2002), la profundidad efectiva mediante barrenadas (se empleó un barreno tipo holandés) y el hidromorfismo con la observación de moteados grisáceos o rojizos a diferentes profundidades. También se tomó información de los estudios de Rivera; Amaríz y Alvarez (1986); De los Ríos y Gallego (2003).

Finalmente, el producto de la interacción de las variables referidas permitió hallar el valor de RT de cada UNBI (De los Ríos y Gallego, 2003).

- La IT se define como el grado de artificialización del ecosistema o magnitud de los aportes por unidad de área, con el propósito de aumentar la cantidad y/o calidad de

¹¹ Las UNBIS son el producto de la integración de los elementos del recurso natural suelo, clima, formación geológica y geomorfológica, organizados en un espacio e interrelacionados entre sí, constituyendo una estructura definida. Son el escenario de los recursos naturales donde se desarrolla la agricultura del predio. (Gastó *et al*, 1993).

¹² Los rasgos hidromórficos se forman por procesos de oxidación y reducción, asociados con contenidos variables de agua en el suelo durante el año e indican la presencia de un nivel freático elevado o una capa impermeable cercana a la superficie (Gutiérrez y Zabala, 2002). Según Stoops y Eswaran (1985), citado por Gutiérrez y Zabala (2001), la ocurrencia de motas de colores claros es el principal indicador macro y micromorfológico del hidromorfismo

flujo de los recursos naturales movilizados y reproducidos para su conversión en productos y valores específicos, incrementando los rendimientos y rentabilidad por unidad de producción (Ploeg, 1992). La Intensidad Tecnológica del AE, resulta del análisis del tipo y magnitud de tecnología aplicada (SMA) y su relación con la RT del AE, y puede expresarse así:

$$IT = f(SMA, RT)$$

La determinación de los SMA se hace mediante la evaluación cualitativa y cuantitativa de los componentes del AE que se expresan en la siguiente función y de la condición y tendencia de los mismos.

$$SMA = f(\text{usos, coberturas, estructura espacial, estilo, manejo, cuidados, tecnoestructura, hidroestructura})$$

Esta evaluación se realiza en campo con base en los formularios propuestos por Gastó; Cosio y Panario (1993), y en entrevistas estructuradas realizadas al administrador del Centro y a los responsables de los programas establecidos (De los Ríos y Gallego, 2003). Digitalización y obtención de la cartografía de cada Centro Agropecuario.

Con fotointerpretación¹³ y ayuda de las herramientas que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG), GPS y los *software* Erdas (Erdas, 1999), Arc-View 3.2 y Arc-Info del Laboratorio de Manejo Forestal (Departamento de Ciencias Forestales, UN de Colombia); se construyó la cartografía digital de las UNBIS, UNES, UNTES y UNHIS; y los mapas de Unidades Geomorfológicas, Coberturas del Suelo y AE del Centro (De los Ríos y Gallego, 2003).

Para la determinación del área del Centro Agropecuario Cotové, se relacionó la cartografía básica en formato digital y las fotografías aéreas, con base en el método de georreferenciación del software Erdas (Erdas, 1999), con un error máximo de 0,5 mm en los resultados obtenidos, que sobre el terreno, con aerofotografías de escala 1:11500, es de 5,75 m. Asumiendo el área real del Centro Agropecuario Cotové como la suministrada por la oficina de Catastro Departamental, la extensión del Centro, con el método utilizado, debe estar entre los siguientes rangos:

Área real Cotové = 121,16 ha; error permitido= +/- 5,75 m, equivalente a un error en área de +/-5,41 ha; $115,75 \text{ ha} \leq \text{Área de Cotové} \leq 126,57 \text{ ha}$.

Además del método de georreferenciación, otras posibles fuentes de error en la estimación del área son: la utilización de un GPS Garmin 12XL con un rango de error en la toma de los datos de 10 m y el uso de aerofotografías y cartografía básica con diferente escala.

¹³ En el Centro Agropecuario Cotové se trabajó con las aerofotografías 029-030-031 de la faja 03, escala aproximada 1:11500, tomadas en el año 1996.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta las posibles fuentes de error reportadas en el método, el área estimada fue de 124,02 ha, la cual está dentro del rango de error permitido, con relación al área registrada en la Oficina de Catastro Departamental en 1997 de 121,16 ha. Esta área no concuerdan con el área registrada en la oficina de Planeación de la Universidad Nacional de Colombia, que es de 114,88 ha, obtenida mediante levantamiento topográfico de Tenreiro (1971). Estos datos manifiestan un problema en cuanto al área real del Centro, que debe ser solucionado y en futuros programas y/o proyectos de investigación, docencia y/o producción se recomienda citar la fuente original de información del área del predio, para evitar inconsistencias en los resultados presentados en otras investigaciones.

Determinación de las Unidades Biogeoestructurales (UNBIS) y Receptividad Tecnológica (RT). El Centro Agropecuario Cotové está constituido por 6 unidades geomorfológicas, descritas en la Tabla 1, con su respectivo índice de RT (IRT), y en la Figura 2 en donde se muestra su distribución espacial. Es importante anotar que el área en terrazas, con un IRT de 1, corresponde al 56,33% de la superficie del Centro.

Tabla 1. Unidades geomorfológicas del Centro Agropecuario Cotové, Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Geoforma	Área		Descripción	IRT
	Ha	%		
Terraza media (T _m) *	37,37	30,1	Pendientes planas a ligeramente planas (0-3%), tiene cultivos agrícolas bajo SMA Avanzado (A) y Mecanizado Avanzado (M). Permite el establecimiento de SMA (M)	1
T. alta depresional (T _{a_d})	24,37	19,6	Pendientes planas a ligeramente planas (0-3%), predomina el uso Pecuario bajo un SMA Tradicional. Permite el establecimiento de SMA Mecanizado-Avanzados (M).	
T. alta plana (T _{a_p})	3,57	2,9	Pendientes planas a ligeramente planas (0-3%), predomina el uso agrícola bajo SMA Avanzado y Tradicional. Permite el establecimiento de SMA Mecanizado-Avanzados (M).	
T. baja (T _b)	4,47	3,6	Pendientes escarpadas a muy escarpadas (>50%), predominan los usos pecuario y de protección bajo un SMA Tradicional. Solo admiten el establecimiento de los SMA A y P (primitivo)	
Colinas erosionales (C)	29,18	23,5	Pendientes moderadas (12-25%), transicionales entre las colinas erosionales y las terrazas, predomina el uso pecuario bajo un SMA Tradicional.	
Pié de monte coluvio aluvial (P)	25,11	20,2		
Total	124,02	100		0,25 a 0,125

* Código que identifica cada unidad geomorfológica en la Figura 1 (Mapa de Unidades Geomorfológicas). (Adaptado de Rivera; Amaríz y Alvarez, 1986).

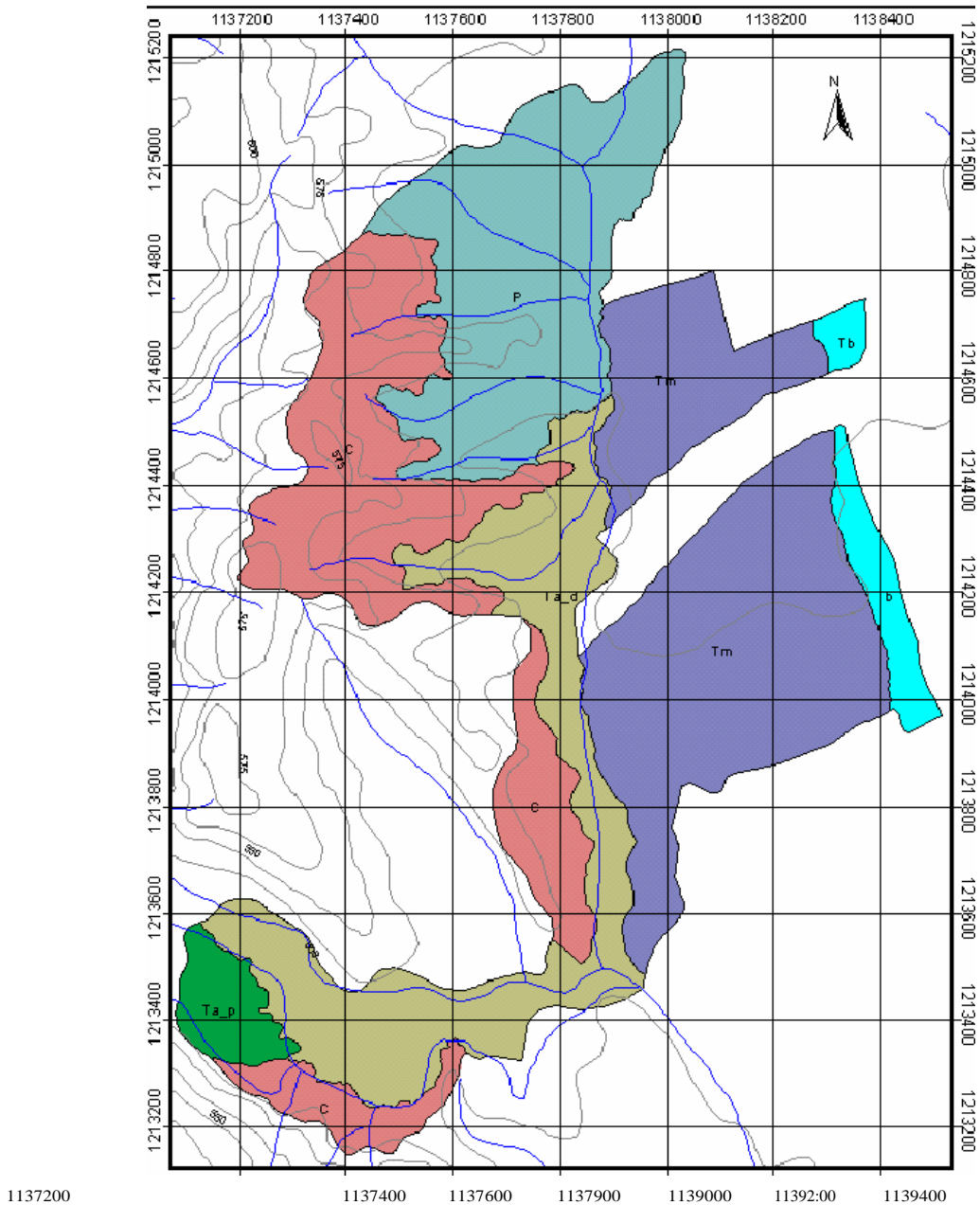


Figura 2. Mapa de Unidades Geomofológicas del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

En cuanto al suelo, se identificaron 4 categorías, descritas en la Tabla 2 con su respectivo índice de RT (IRT). El 58% del área del Centro Agropecuario Cotové corresponde a suelos buenos con un IRT de 1.

Tabla 2. Categorías de suelo e Índice de RT en el Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia

Categoría	Área		Descripción	IRT
	ha	%		
Bueno	71,77	57,9	Textura media, profundidad efectiva profunda, drenaje bueno; permite el establecimiento de SMA Mecanizado (M); se encuentran en las terrazas media (sector El Llano) y alta (sector La Quebrada) (códigos mapa de UNBIS: 58, 88, 87, 59, 57)	1
Aceptable	15,63	12,6	Texturas pesadas, profundidad efectiva profunda, drenajes de medios a lentos; permite el establecimiento de SMA M y Avanzados (A); se ubican en la Terraza alta depresional (sector La Cañada) y el piedemonte coluvio-aluvial. Actualmente están destinadas al uso pecuario bajo un SMA Tradicional. (códigos mapa de UNBIS: 97, 98).	0,5
Regular	6,23	5,0	Texturas pesadas, profundidad efectiva profunda, drenaje lento, limitando la capacidad de establecimiento de SMA M; se ubican en la terraza baja (sector La Playa); actualmente son utilizados en cultivos frutales bajo un SMA Tradicional (códigos mapa de UNBIS: 65, 67)	0,25
Malo	30,42	24,5	Texturas medias, pendientes fuertemente quebradas (25-50%), profundidad efectiva delgada, drenaje rápido, condiciones que limitan el uso y establecimiento de SMA Tradicionales y Mecanizado-Avanzados. Actualmente la mayoría del área esta destinada a usos de protección (no claramente definidos, pues el aislamiento no es efectivo); corresponden a las colinas erosionales. (códigos mapa de UNBIS: 29, 34, 28, 19).	0,125
Total	124,1	100		

(Adaptado de Rivera *et al*, 1986).

El Centro Agropecuario Cotové se encuentra en la provincia de humedad seca (Espinal, 1977), el cual tiene un Índice de RT de 1, que indica mínimas restricciones para el establecimiento de cualquier tipo de SMA.

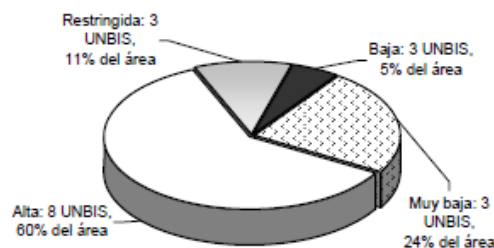
Producto de la integración de los anteriores resultados, se identificaron 17 UNBIS, presentadas en la Tabla 3 con sus respectivos índices de humedad (IH), de pendiente (IP), de suelos (IS), de RT y de área (IA que corresponde al porcentaje del área de cada UNBI expresado en decimales y constituye un ponderador de la importancia de cada UNBI con respecto al área que ocupa en el predio). El IRT del predio corresponde a la sumatoria de los productos del IRT de cada UNBI por su IA (RTxIA).

Tabla 3. Índice de Receptividad Tecnológica de las UNBIS del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Código UNBI*	IH	IP	IS	IRT	IA	RTxIA	Categoría de RT
157 (P)	1	1	1	1	0,0206	0,02	Alta
158 (Ta_p)	1	1	1	1	0,028	0,028	Alta
167 (Tb)	1	1	0,25	0,25	0,036	0,009	Restringida
187 (Tm)	1	1	1	1	0,291	0,29	Alta
188 (Ta_d)	1	1	1	1	0,094	0,094	Alta
134 (Ta_d)	1	1	0,125	0,125	0,01	0,0012	Baja
165 (Ta_d)	1	1	0,25	0,25	0,014	0,0035	Restringida
197 (Ta_d)	1	1	0,5	0,5	0,078	0,039	Alta
198 (Tm)	1	1	0,5	0,5	0,01	0,005	Alta
258 (P)	1	0,5	1	0,5	0,035	0,017	Alta
287 (P)	1	0,5	1	0,5	0,044	0,02	Alta
388 (P)	1	0,25	1	0,25	0,058	0,014	Restringida
398 (P)	1	0,25	0,5	0,125	0,038	0,004	Baja
459 (P)	1	0,125	1	0,125	0,0064	0,0008	Baja
619 (C)	1	0,0312	0,125	0,004	0,16	0,0006	Muy baja
628 (C)	1	0,0312	0,125	0,004	0,045	0,0002	Muy baja
629 (C)	1	0,0312	0,125	0,004	0,03	0,0001	Muy baja
Índice de Receptividad Tecnológica del Centro Agropecuario Cotové						0,553	

* El primer dígito corresponde a la categoría de pendiente y los dos últimos a la categoría de suelo. La letra entre paréntesis identifica la unidad geomorfológica donde se ubica la UNBI.

En la Figura 3 se presentan las categorías de Receptividad Tecnológica del Centro Agropecuario Cotové y el porcentaje de área que ocupan, y en la Figura 4 la distribución espacial de las UNBIS y de la RT. Se debe destacar que 73,6 ha (el 60,2%) tienen RT Alta la cual permite el establecimiento de todos los tipos de SMA, desde el Primitivo (P) hasta el Mecanizado-Avanzado (M). Los SMA actuales en estas áreas son el Mecanizado 19,4 ha, el Avanzado en 8,2 ha, el Tradicional en 43,16 ha y áreas con construcciones(sin SMA) 2,7 ha.

**Figura 3.** Categorías de Receptividad Tecnológica del Centro Agropecuario Cotové y % de área que ocupan. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

La RT Muy Baja, es la segunda en importancia con respecto al área, ocupa 29,2 ha (el 24%), sólo permite el establecimiento de SMA Primitivos y Avanzados; actualmente 1,1 ha están bajo SMA Avanzados y 27,9 ha bajo SMA Tradicionales. La RT Restringida tiene un área de 13,4 ha (el 10,8%) y la RT Baja 6,7 ha (5,4% del total); éstas dos últimas categorías de RT, solo permiten el establecimiento de SMA Primitivos y Avanzados; los SMA actuales son el Avanzado en 4,7 ha y el Tradicional en 15,4 ha.

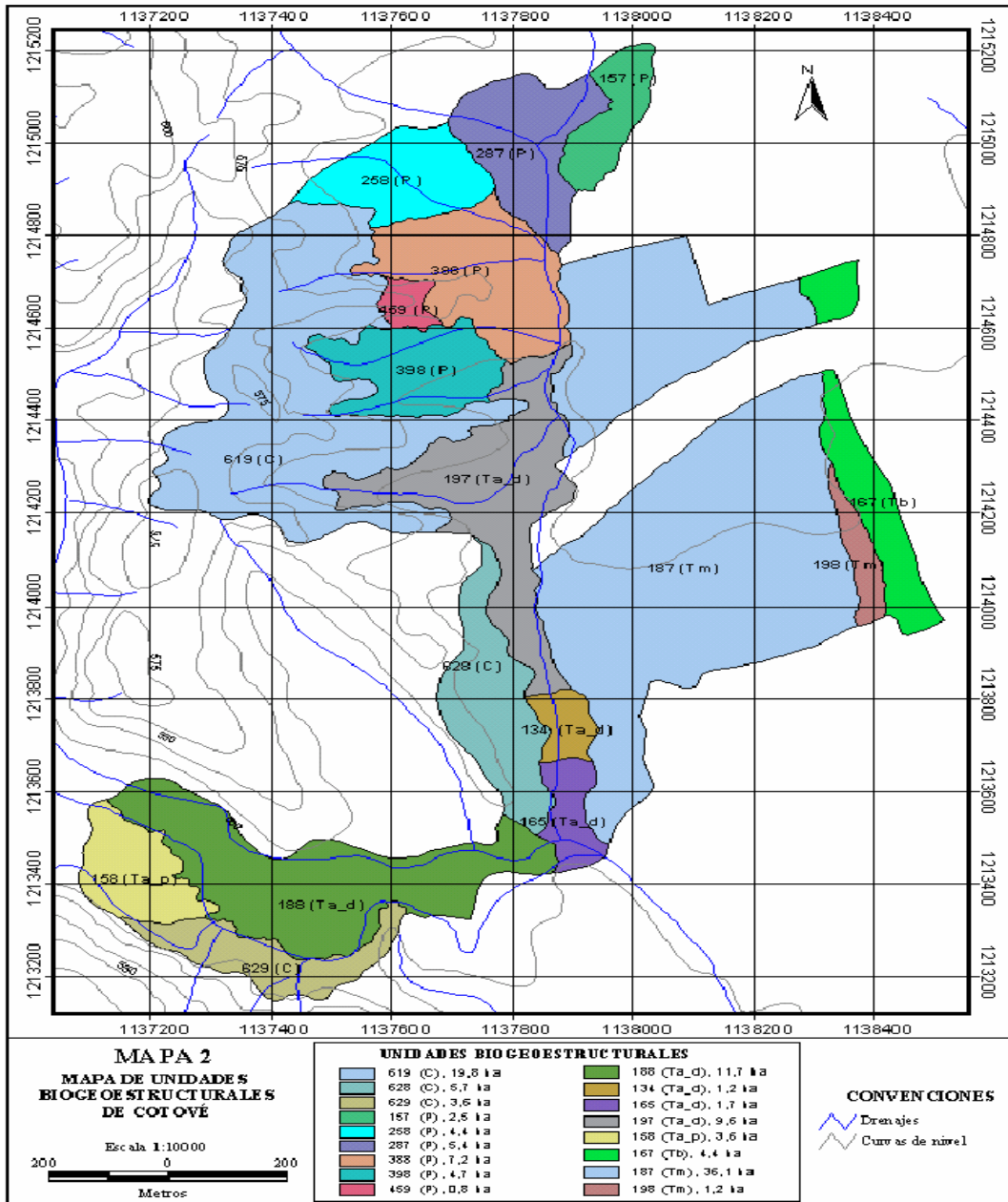


Figura 4. Mapa de Unidades Biogeoestructurales del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Usos y coberturas del suelo. En la Tabla 4 y Figuras 5 y 6 se presentan los principales usos y coberturas vegetales del suelo. Al uso pecuario se destina el 43,4% del área (53,82 ha), se ubican principalmente en las unidades geomorfológicas terraza alta y pié de monte coluvio- aluvial y tienen como propósitos principales, la producción de ganado Cebú en 36 ha (29,02% del área) bajo pasturas manejadas y enmalezadas de pastos Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), Ángleton (*Andropogon nodosus*) y pará (*Brachiaria mutica*), y la producción de cerdos en 1,8 ha (1,45% del área).

Tabla 4. Usos y coberturas del suelo, y Estructura Espacial del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Uso del suelo	Cobertura	Área (ha)	Área (%)	Nro. UNES
Tecnoestructural	Construcción	1,3	1,55	6
	Cultivo semestral	15,2	12,26	
Agrícola	Cultivo frutal	12,2	9,74	14
	Pastura manejada	4,6	3,47	
	Cultivo semestral	0,3	0,27	
Forestal	Bosque secundario	0,6	0,48	2
	Pastura manejada	10,5	8,53	
Pecuario	Pastura enmalezada	36,9	29,76	37
	Rastrojo alto y bajo	6,02	4,9	
	Rastrojo bajo y alto	31,5	25,5	
Sin uso	Rastrojo alto	0,9	0,78	3
	Pastura enmalezada	0,3	0,23	
Sendero	Pastura enmalezada	0,6	0,48	1
Investigación	Rastrojo alto	1,4	1,13	1
Recreación	Pastura enmalezada	0,5	0,37	1
Total		124,06	100	70

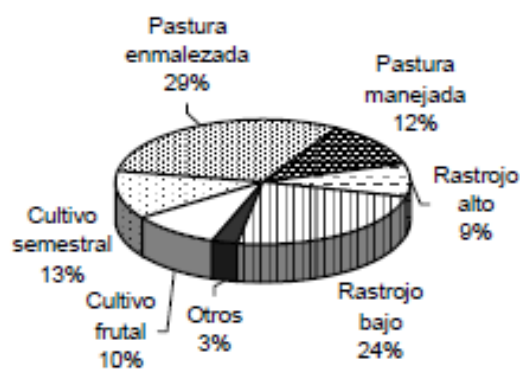


Figura 5. Coberturas del suelo y área (%) que ocupan en el Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

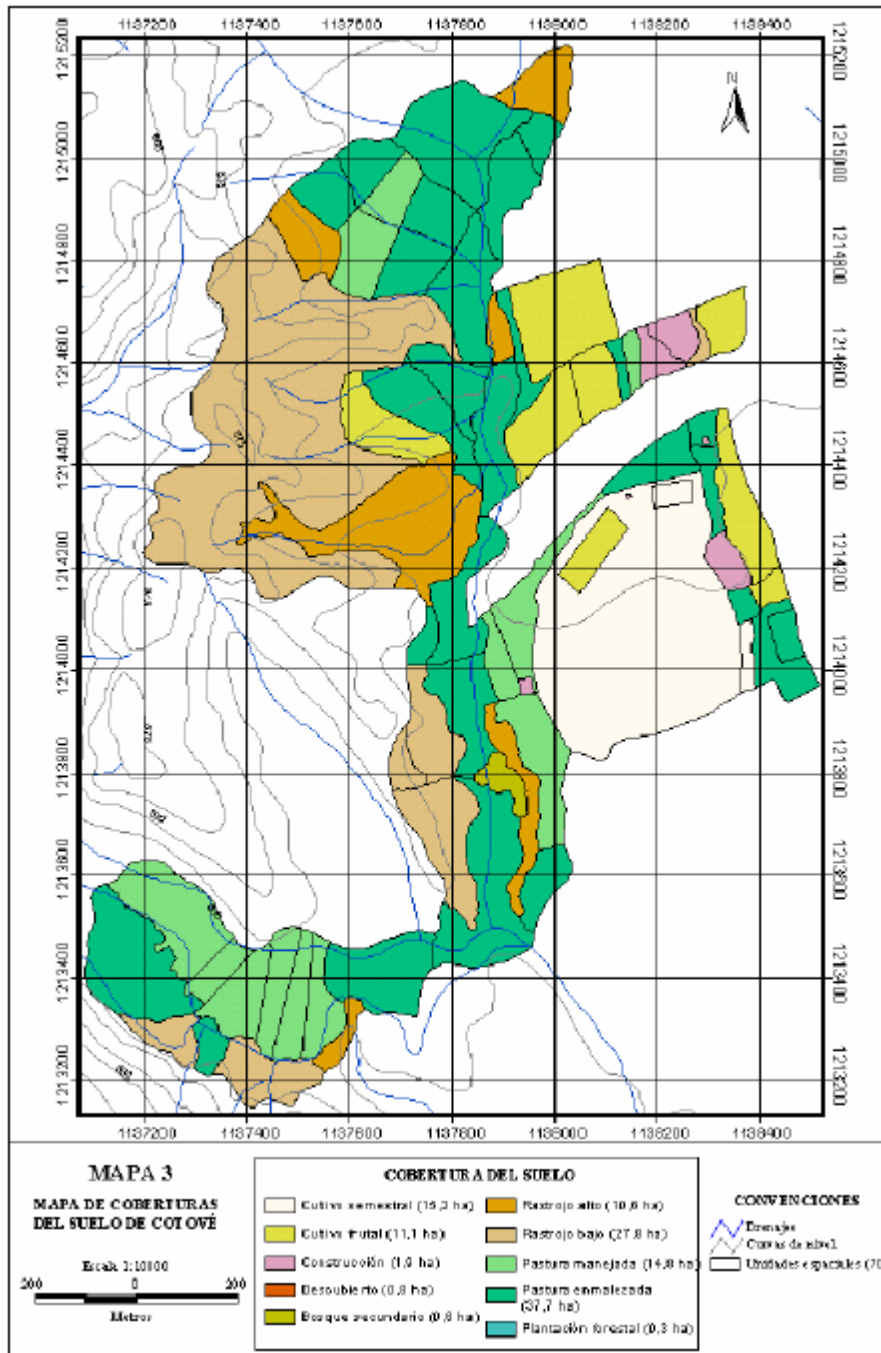


Figura 6. Mapa de coberturas vegetales del suelo y estructura espacial del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Al uso agrícola se destina el 25,7% del área (31,91 ha), se ubica principalmente en la unidad geomorfológica Terraza media. En el sector El Llano hay 19 ha (13%) con cultivos semestrales de maíz, soya, algodón, caña, cítricos y heno (pastos Ángleton y

guinea); en cultivos frutales se tiene, un huerto de 2,9 ha (2,3%) de colección de frutales tropicales (árboles de níspero, *Eriobotrya japonica*), caimito (*Chrysophyllum caimito*), zapote costeño (*Calocarpum mammosum*), tamarindo (*Tamarindus indica*), entre otros) en el sector Triquitraque, y 8,2 ha (6,6%) de cultivos de papaya (*Carica papaya*, variedad Cotové), zapote (*Manilkara sapota*), mango (*Mangifera indica*)¹⁴ y guanábana (*Annona muricata* L.) con propósitos de producción y venta, en los sectores La Playa y Pangola.

Las áreas de protección ocupan el 25,4% (31,6 ha), se ubican en las zonas con mayores limitantes biofísicos, especialmente en las colinas erosionales, con coberturas de rastrojos altos y bajos poblados con especies características de los bosques secos tropicales, algunas de las cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Especies arbóreas y arbustivas comúnmente encontradas en las áreas de protección del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Familia	Nombre Científico	Nombre Vulgar
Mimosaceae	<i>Pseudosamanea guachepele</i>	Roble amarillo
Sterculiaceae	<i>Guazuma Ulmifolia</i> Lam	Guácimo
Solanaceae	<i>Acnistus</i> sp.	
Capparidaceae	<i>Capparis indica</i>	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.)	Indio desnudo
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Amarillo
Meliaceae	<i>Trichilia</i> spp.	
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Steud	Matarratón
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	Drago
Moraceae	<i>Artocarpus</i> spp.	Árbol del Pan

El uso en investigación, corresponde a una parcela de estudios en recuperación biológica de suelos ubicada en las colinas erosionales bajo una cobertura vegetal de rastrojo bajo; el uso forestal, es un pequeño rodal de guadua y una parcela de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) establecida inicialmente con fines investigativos; el uso recreación corresponde a una cancha de fútbol y el uso tecnoestructural (cobertura construcción) corresponde a las viviendas, corrales, vivero, cuartos de máquina y la estación hidrometeorológica “El Espinal”.

Estructura espacial. En la Tabla 6 y la Figura 6 se presentan la estructura espacial del Centro Agropecuario Cotové y su distribución espacial, constituida por 70 Unidades espaciales (UNES), de las cuales 37 (52,8% de las unidades) son para el uso pecuario, 14 (20%) para el uso agrícola y 5 (7,1%) son áreas de protección.

¹⁴ Hay una parcela en asocio con cultivos de heno, que también se tuvo en cuenta como parte de la producción de frutos naturales

Tabla 6. Estructura espacial del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Uso del suelo	Número unes	Área (ha)	Área (%)
Agrícola	14	32,1	25,90
Forestal	2	0,9	0,75
Pecuario	37	53,8	43,40
Protección	5	31,6	25,49
Sin uso	3	1,2	1,01
Investigación	1	1,4	1,13
Recreación	1	0,4	0,37
Tecnoestructural			
Hidroestructural			
Total	70	124	100

En la Tabla 7 y Figura 7 se presentan la tecnoestructura del Centro y su distribución espacial. Aunque solo el 68% de las Unidades Tecnoestructurales (UNTES) del predio se encuentran en buen estado, presentando deficiencias principalmente en la conectividad, mediante vías, de potreros, saladeros y bebederos del sector La Quebrada, y en el estado de los linderos y cercos de los potreros de Vainillal y Mangas de la Casa, en general se observa que la tecnoestructura es adecuada para los usos asignados. Con respecto a las vías, la carretables permiten el acceso a los sectores de Triquitraque, Llano y La Quebrada, y la huellas atraviesan el predio de norte a sur y es utilizado para el tránsito de personas y animales. Las 4 bodegas son para almacenamiento de herramientas, equipos e insumos, un garaje para maquinaria agrícola y dos viviendas, una habitada por el administrador en buen estado y la otra para el hospedaje de estudiantes.

En la Tabla 8 y Figura 8 se presentan la hidroestructura del Centro y su distribución espacial. Cotové dispone de riego por gravedad y por aspersión. El primero se ubica en las zonas pecuarias y agrícolas, su longitud es de 10.800 m y está constituido por acequias vecinales, prediales, cabeceras, colectoras, cajas de distribución y surcos de riego; este sistema también se utiliza para suministrar agua al ható ganadero. El segundo se ubica en el sector El Llano, constituido por hidrantes, motobombas y desarenadores, es utilizado para el riego de cultivos y para abastecer de agua a los potreros del sector de La Quebrada.

El Centro Agropecuario Cotové no cuenta con aforos para cuantificar el ingreso y consumo de agua, además, gran parte de la hidroestructura tiene un diseño y manejo empírico, sin criterios que obedezcan a una planificación del predio ni a la optimización del recurso agua, lo cual es clave si se consideran las condiciones ecológicas del predio.

La evaluación del estado de la unidades estructurales muestra que el 66 % de la UNHIS del predio este en buen estado y que en general, satisface las necesidades de riego del Centro.

Tabla 7. Unidades Tecnoestructurales del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

	CLASE	ESTILO	Longitud (m)	%	
			Cantidad		
Lineales	Cercos	Natural (quebradas o escarpes)	4.222 m.	16,1	
		Cerco en Madera	254 m.	1,0	
		Alambre de púas	13.924 m.	53,2	
		Malla	52 m.	0,2	
		Cerco Vivo	68 m.	0,3	
		Cerco Mixto	6.271 m.	24,0	
		Cerco eléctrico	1.370 m.	5,2	
		Total	26.161 m.	100,0	
	Vías	Carreteable		1.745 m.	36,1
		Huella		3.095 m.	63,9
Total			4.840 m.	100,0	
Puntuales	Caminos	Puentes careteables	7 unidades		
		Puente huella	3 unidades		
	Cercos	Puertas de hierro y de madera	21 unidades		
		Corrales	3 unidades		
		Broches	47 unidades		
		Pasagentes	10 unidades		
		Saladeros	11 unidades		
	Electricidad	Transformador eléctrico	2 unidades		
		Caja de distribución eléctrica	6 unidades		
	Información	Bascula	2 unidades		
		Oficina	1 unidades		
		Estación meteorológica	1 unidades		
	Bodega	Bodega	4 unidades		
	Habitación	Casa	2 unidades		
		Kiosco	2 unidades		
		Perrera	1 unidades		
	Transformación	Cebadero	1 unidades		
		Vivero	2 unidades		
	Otros	Cancha	1 unidades		
		Basurero	1 unidades		
	Garaje	1 unidades			

Tabla 8. Unidades Hidroestructurales del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

CLASE		ESTILO	Longitud(m) Cantidad	(%)
Lineales	Cauces naturales	Quebrada	5.124	69,3
		Vertiente	2.271	30,7
		Total	7.396	100
	Cauces y conducción artificial	Acequia vecinal	1.675	13,1
		Acequia predial	1.228	9,6
		Acequia colectora	431	3,4
		Surco de riego	5.213	40,1
		Acequia cabecera	2.252	17,6
		Tubería	1.802	14,1
		Manguera	140	1,1
Total	12.741	100		
Puntuales	Acumulador artificial	Tanques	7 unidades	
		Bebedero	2 unidades	
		Desarenador	5 unidades	
	Obra de arte	Caja distribución-cemento	15 unidades	
		Caja distribución-tierra	3 unidades	
		Hidrantes	10 unidades	
		Muros de contención	9 unidades	
		Planta de tratamiento	1 unidades	
		Pozo séptico	2 unidades	
		Otras	Motobomba	1 unidades

Las UNES de uso pecuario, para actividades con ganado Cebú, están delimitadas con cercos naturales y de alambre de púas en buena condición, a excepción de los sectores Mangas de la Casa y Vainillal que presentan una condición pobre. La actividad ganadera cuenta además, con 3 corrales para el control y manejo del ganado. El programa porcícola tiene 3 UNES, delimitadas con cercos eléctricos en buen estado y cuenta con un corral para cerdos, una balanza y un cuarto de almacenamiento de insumos. Las UNES para producción agrícola están delimitadas, principalmente, por cercos de alambre de púas en buen estado; las áreas de protección no cuentan con cercos adecuados que cumplan con el aislamiento y protección de las mismas.

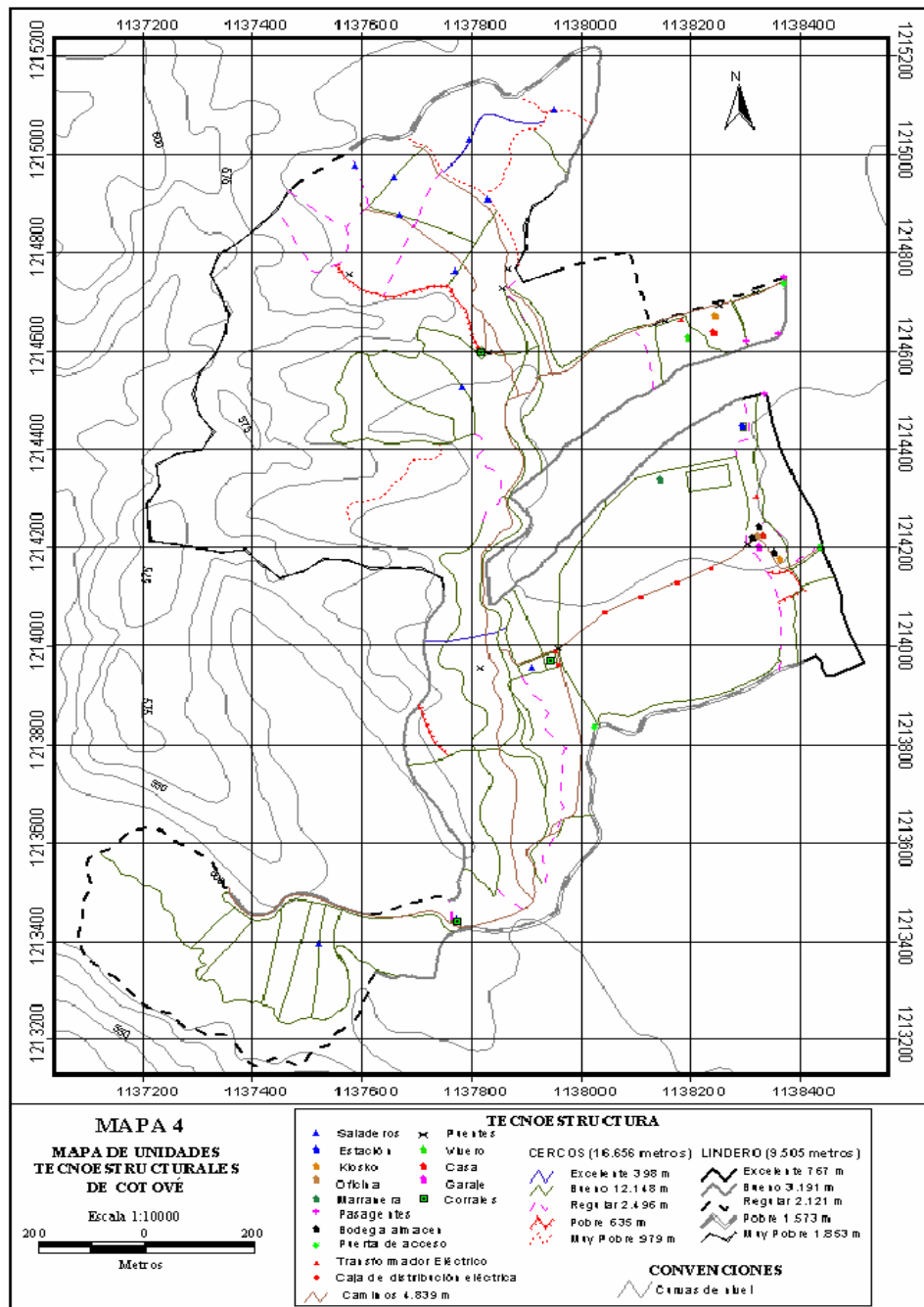


Figura 7. Mapa de Unidades Tecnoestructurales del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

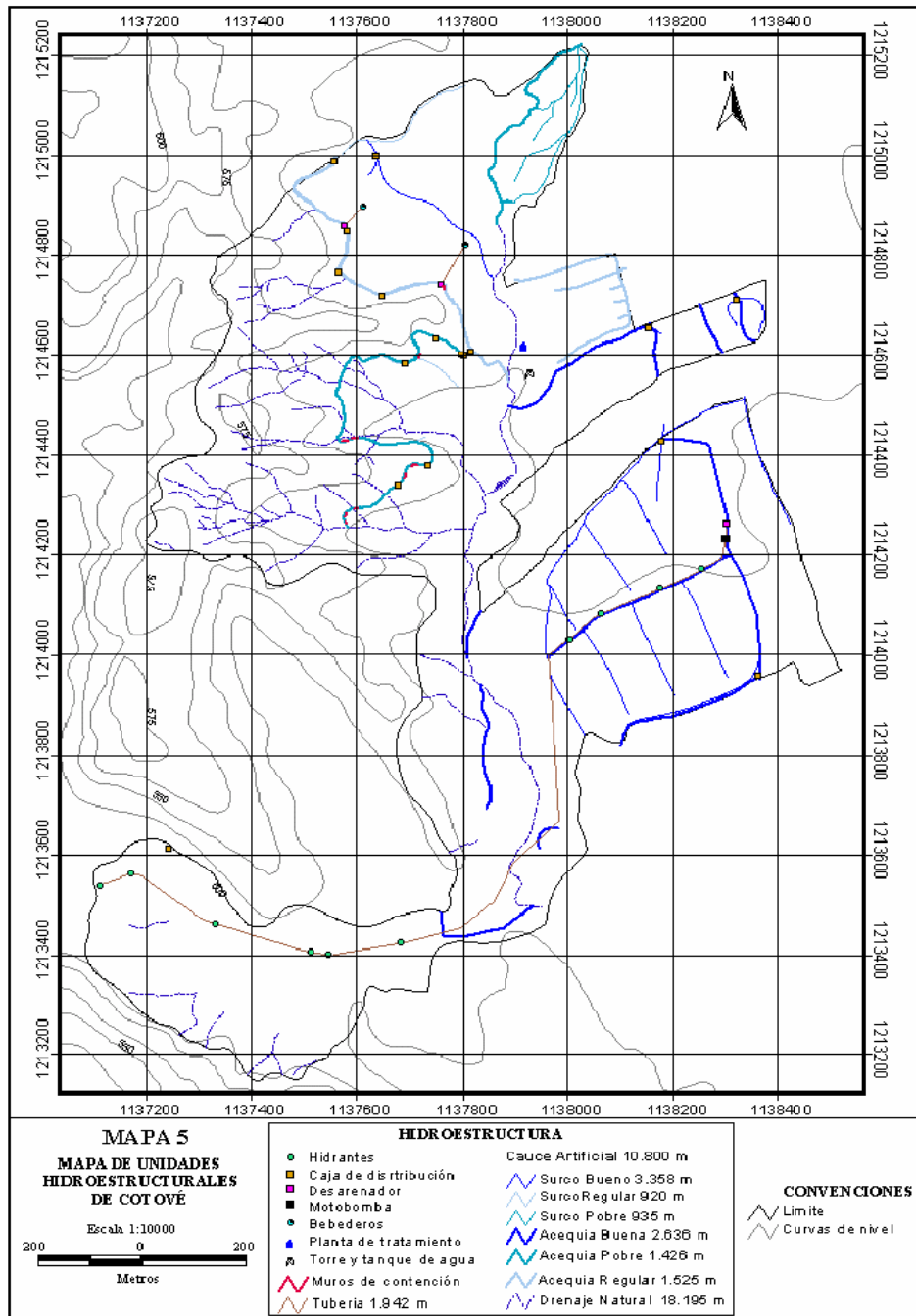


Figura 8. Mapa de Unidades Hidroestructurales del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

En la división interna de las UNES hay 9.015 m en cercos de alambre de púas, 6.271 m en cercos mixtos (alambre de púas y árboles) y 1.369 m en cercos eléctricos. La delimitación del predio se hace con 9.505 m de lindero, de los cuales 4.905 m son en alambre de púa y 4.600 m son cercos mixtos (alambre de púas y árboles). El Centro Agropecuario Cotové cuenta con 4 bodegas para almacenamiento de herramientas, equipos e insumos, un garaje para maquinaria agrícola y dos viviendas, una habitada por el administrador en buen estado y la otra para el hospedaje de estudiantes que se encuentra en mal estado, principalmente en lo relacionado con paredes, pisos y techo.

Sistemas de Manejo Agrotecnológico (SMA). En la Tabla 9 y en la Figura 9 se presentan los estilos de agricultura del Centro Cotové, el uso y área manejada bajo dicho estilo. El estilo Natural tiene un área de 34,3 ha (27,8%), se encuentra en las UNES de protección, donde las actividades de manejo, específicamente el aislamiento con cercos de alambre, no se realizan adecuadamente, estas áreas presentan un mal estado y una tendencia deteriorante. La parcela de investigación en recuperación biológica de suelos, el aislamiento y el cuidado son efectivos, la condición es buena y la tendencia mejorante.

Tabla 9. Estilos de Agricultura del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Estilo	Subestilo	Uso	Área	
			ha	%
No determinado	No determinado	Sin uso	1,1	0,62
	No determinado	Sin uso	0,9	0,57
Natural	Reserva científica	Investigación	1,4	1,13
	Área de protección	Protección	31,6	25,59
	Servidumbre	Sendero	0,6	0,49
	Pastoreo controlado de praderas	Pecuario	30,1	24,37
Naturalista	Tala controlada	Forestal	0,6	0,49
Tecnologista	Mínima labor (labranza reducida)	Pecuario	22,1	17,90
		Agrícola	9,1	7,37
	Revolución verde	Agrícola	22,8	18,46
Tecnificado	Corrales, establos.	Tecnoestructura	1,6	1,30
	Umbráculo (vivero)	Tecnoestructura	0,5	0,40
	Equipo de medición	Tecnoestructura	0,02	0,02
Industrial	Casa	Tecnoestructura	1,2	0,97
	Recreación	Recreación	0,4	0,32
Total			124,02	100

El estilo Naturalista tiene un área de 30,7 ha (25%), consiste en el pastoreo controlado de praderas en los potreros de los sectores Patio Bonito, La Cañada y Colina, los cuales no reciben entradas adicionales como fertilización y mecanización y son pastoreados en época en que escasea el pasto en los potreros manejados o cuando tienen buena oferta de pasto.

El estilo Tecnologista tiene un área de 54 ha (44%), consiste en labranza reducida y mínimas labores, se localiza en los potreros de los sectores Mangas de la Casa, Vainillal, Guanduzal y La Quebrada, pertenecientes al programa de ganado Cebú; el manejo consiste de una rotación programada, con períodos de ocupación de aproximadamente 5 días y 45 a 50 días de descanso, aplicación de riego, baja fertilización (principalmente úrea) y control deficiente de malezas; estas últimas actividades no se realizan con criterios técnicos ni sistemáticamente. En la Tabla 10 se presentan los potreros del programa de ganado Cebú, pertenecientes a los estilos Naturalista y Tecnologista.

En este estilo de manejo de labranza reducida y mínimas labores se encuentran también los cultivos frutales de mango, zapote, papaya y guanábana y el huerto de frutales tropicales (níspero, caimito, zapote costeño, tamarindo, entre otros.), los cuales tienen pocos cuidados, especialmente en fertilización y control de plagas y enfermedades, estas UNES no presentan déficit hídrico, debido a que el riego es bueno.

Tabla 10. Potreros pertenecientes al programa de ganado Cebú en el Centro Agropecuario Cotové bajo los estilos Naturalista y Tecnologista.

Sector	No. de Potreros	Área (ha)
Patio Bonito	1	0,41
La Quebrada	6	8,21
Guanduzal	2	3,32
Mangas de la Casa	6	6,93
Naranjal	1	2,31
Vainillal	4	6,97
La Cañada	3	7,85
Total	23	36

Fuente: Entrevista con el director del programa y con el administrador del Centro Agropecuario Cotové.

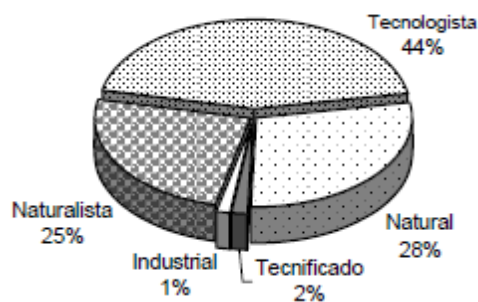


Figura 9. Estilos de Agricultura y área (%) que ocupan en el Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

En el estilo Tecnologista, se encuentran también los cultivos de soya, maíz, algodón, caña y las parcelas para henificación, en los que se aplican tecnologías de revolución verde y labranza reducida, con actividades de mecanización, riego, fertilización, manejo y control de plagas y enfermedades. El estado actual (condición) de estas UNES es bueno.

El estilo Tecnificado tiene un área de 2,12 ha (1,7%), corresponde a las UNES del programa porcícola, que tienen un manejo de cerdos en pastoreo durante la gestación y lactancia; se tiene un sistema de rotación en pequeños corrales delimitados con cercos eléctricos. A este estilo pertenecen además, el vivero, para la producción de plántulas ornamentales, frutales y forestales; y la estación hidrometeorológica “El Espinal”.

El estilo Industrial corresponde a las bodegas, garaje, almacenes y vivienda del administrador; que se encuentran en buen estado; además se tiene una vivienda para el hospedaje de los estudiantes que presenta una estructura deficiente, en lo relacionado con pisos, techos y baños, y con mala dotación de dormitorios y cocina

Con base en el análisis de los usos, cobertura, estilos, cuidados y condición, se hallaron los SMA del Centro Agropecuario Cotové (Tabla 11).

El 64,8% del área del predio (80,4 ha) se encuentra bajo un SMA Tradicional, corresponde a las UNES de uso pecuario y de protección. Los cultivos de soya, maíz, algodón, y heno (19,5 ha; 15,7%) están bajo un SMA Mecanizado. Bajo un SMA Avanzado (15 ha; 12,1%) están los cultivos frutales de mango, zapote, papaya, el huerto de frutales tropicales y la parcela de investigación en recuperación biológica de suelos.

Tabla 11. Sistemas de Manejo Agrotecnológico (SMA) en el Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

SMA	Coberturas	Área (ha)	Área (%)
Mecanizado	Cultivo semestral, Pastura manejada (heno)	19,5	15,72
Avanzado	Cultivo frutal, Rastrojo alto, Pastura enmalezada	15	12,1
Tradicional	Cultivo semestral, Rastrojo alto y bajo, Pastura manejada y enmalezada	86	69,3
No*	Construcciones	3,4	7,26
Total		124	100

* UNES sin manejo agrotecnológico

Determinación de la Intensidad Tecnológica (IT) de los AE. En la Tabla 12 se presentan las categorías de IT del Centro Agropecuario Cotové, las cuales se determinaron a partir de la relación entre los SMA aplicados en el predio (Tabla 11) y la Receptividad Tecnológica de las UNBIS (Tabla 3).

Cotové presenta un índice de Intensidad Tecnológica de 0,3, lo que indica una utilización inapropiada de las condiciones biofísicas del predio. La IT Adecuada se presenta en los

cultivos frutales de los sectores La Playa, Pangola y Guanduzal, y en la parcela de investigación del sector Colinas, los cuales están bajo un SMA Avanzado. Se encuentran además, los cultivos semestrales del sector El Llano, ubicados en una UNBI de RT Alta y manejados con un SMA Mecanizado. La IT Alta se presenta en el huerto de frutales del sector Triquitraque y en las parcelas del programa porcícola y un cultivo de cítricos en el sector El Llano; todas estas UNES están bajo un SMA Avanzado.

Tabla 12. Categorías de Intensidad Tecnológica del Centro Agropecuario Cotové, índices y áreas correspondientes. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Categoría de IT	Índice de IT	Área (ha)	Área (%)
Adecuada	1	25,2	20,38
Alta	0,5	8,3	6,67
Extensiva	0,125	43,3	34,99
Inadecuada	0,031	42,9	34,61

Índice de Intensidad Tecnológica del Centro Agropecuario Cotové = 0,30*

* Resulta de la sumatoria de los productos de Índice de IT e Índice de área (Área (%) dividido por 100).

Las UNES con IT extensiva son las pertenecientes al programa de ganado Cebú, ubicadas en los sectores Vainillal, Mangas de la Casa, La Cañada y La Quebrada. La IT Inadecuada se presenta en los sectores Guanduzal, Naranjal, Patio Bonito y La Cañada (zona con problemas de hidromorfismo), que tienen Receptividad Tecnológica de Restringida a Muy Baja y están bajo un SMA Tradicional.

Caracterización y evaluación de los AE. La interacción de la Receptividad Tecnológica (RT) y la Intensidad Tecnológica (IT), generó 9 AE para el Centro Agropecuario Cotové, los cuales se presentan en la Tabla 13 y en la Figura 10, identificando las UNBIS donde se localizan, así como su RT, IT, coberturas, usos, SMA asociados a ellos y su distribución espacial. En el Centro Agropecuario Cotové hay un área correspondiente a 3,2 ha sin uso determinado o pertenecientes a construcciones como viviendas, bodegas, etc.; que no pertenecen a ningún AE.

1. AE de RT Alta - IT Adecuada. Se localiza en la unidad geomorfológica terraza media (UNBI 187 (Tm)), sector El Llano; su RT alta se debe a las pendientes planas (0-3%), texturas medias, profundidad efectiva profunda y drenaje natural moderado. Su IT Adecuada se debe al SMA Mecanizado aplicado en cultivos transitorios y producción de heno. La condición del AE es buena y se utiliza eficientemente en labores de docencia, especialmente mecanización, riego y manejo de cultivos; cuenta con la tecnoestructura (cercos y el corral principal construido en madera que se utiliza para el pesaje, marcada y manejo del ganado) y la hidroestructura (cajas de distribución, riego por gravedad y aspersión) en buen estado.

2. AE de RT Alta e IT Alta. Se localiza en la unidad geomorfológica terraza media (UNBI 187 (Tm)), sectores Triquitraque y El Llano; su RT Alta se debe a las pendientes planas a ligeramente onduladas (0-7%), texturas medias, profundidad efectiva de mediana a profunda y no presenta problemas de hidromorfismo; su IT Alta está dada por el SMA Avanzado aplicado en los cultivos de cítricos y el programa de producción porcícola en el sector El Llano, el huerto de frutales tropicales (mangos criollos, tamarindo, caimito, níspero, zapote costeño, entre otros); y un cultivo de mangos en asocio con heno en el sector Triquitraque. En los huertos frutales, se observa una condición regular de la cobertura vegetal debido, a que las actividades de manejo se han disminuido considerablemente en los últimos años. Este AE cuenta con un sistema de riego por gravedad en el sector Triquitraque; en las áreas porcícolas se tiene un manejo adecuado del agua para la hidratación de los cerdos; y tiene la hidroestructura y tecnoestructura suficientes.

Tabla 13. Agroecosistemas (AE) del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

No.	AE RT-IT	UNBI	Cobertura	Uso	Área (ha)	Área (%)
1	Alta-Adecuada SMA Mecanizado	187 (Tm)	C. semestral, P. manejada	Agrícola	19,5	15,7
2	Alta-Alta SMA Avanzado	187 (Tm)	C. frutal P. enmalezada	Agrícola Pecuario	8,3	6,7
3	Alta-Extensiva SMA Tradicional	157 (P)	R. bajo, P. enmalezada	Pecuario	43,3	34,9
		287 (P)	R. bajo, P. manejada y enmalezada	Pecuario		
		258 (P)	P. manejada y enmalezada R. bajo	Pecuario Protección		
		187 (Tm)	B. secundario R. bajo y alto P. enmalezada	Forestal Protección Pecuario		
		198 (Tm)	C. frutal	Agrícola		
		188 (Ta_d)	R. alto P. manejada y enmalezada	Protección Pecuario		
		158 (Ta_p)	R. bajo P. enmalezada y manejada	Protección Pecuario		
		197 (Ta_d)	R. bajo P. enmalezada	Protección Pecuario		
4	Restringida-Adecuada SMA Avanzado	Tb-167	C. frutal	Agrícola	3,2	2,6
5	Restringida-Inadecuada SMA Tradicional	388 (P)	R. alto y bajo P. enmalezada y manejada	Protección Pecuario	10,1	8,1
		167 (Tb)	Descubierto	Recreación		
		165 (Ta_d)	P. enmalezada	Pecuario		
6	Baja-Adecuada SMA Avanzado	398 (P)	C. frutal	Agrícola	1,5	1,2
7	Baja-Inadecuada SMA Tradicional	459 (P)	R. bajo	Protección	5,2	4,2
		398 (P)	R. bajo	Protección		
		134 (Ta_d)	R. alto	Protección		
8	Muy baja-Adecuada SMA Avanzado	619 (C)	C. frutal R. bajo	Agrícola Investigación	1,1	0,9
			R. alto	Investigación		
			619 (C)	P. enmalezada y R. bajo		
9	Muy baja-Inadecuada SMA Tradicional	628 (C)	P. enmalezada y R. bajo	Pecuario	27,5	22,2
		629 (C)	R. bajo	Protección		
			P. enmalezad	Pecuario		
Total					120,8	97,4

C: Cultivo; P: Pastura; R: Rastrojo; B: Bosque.

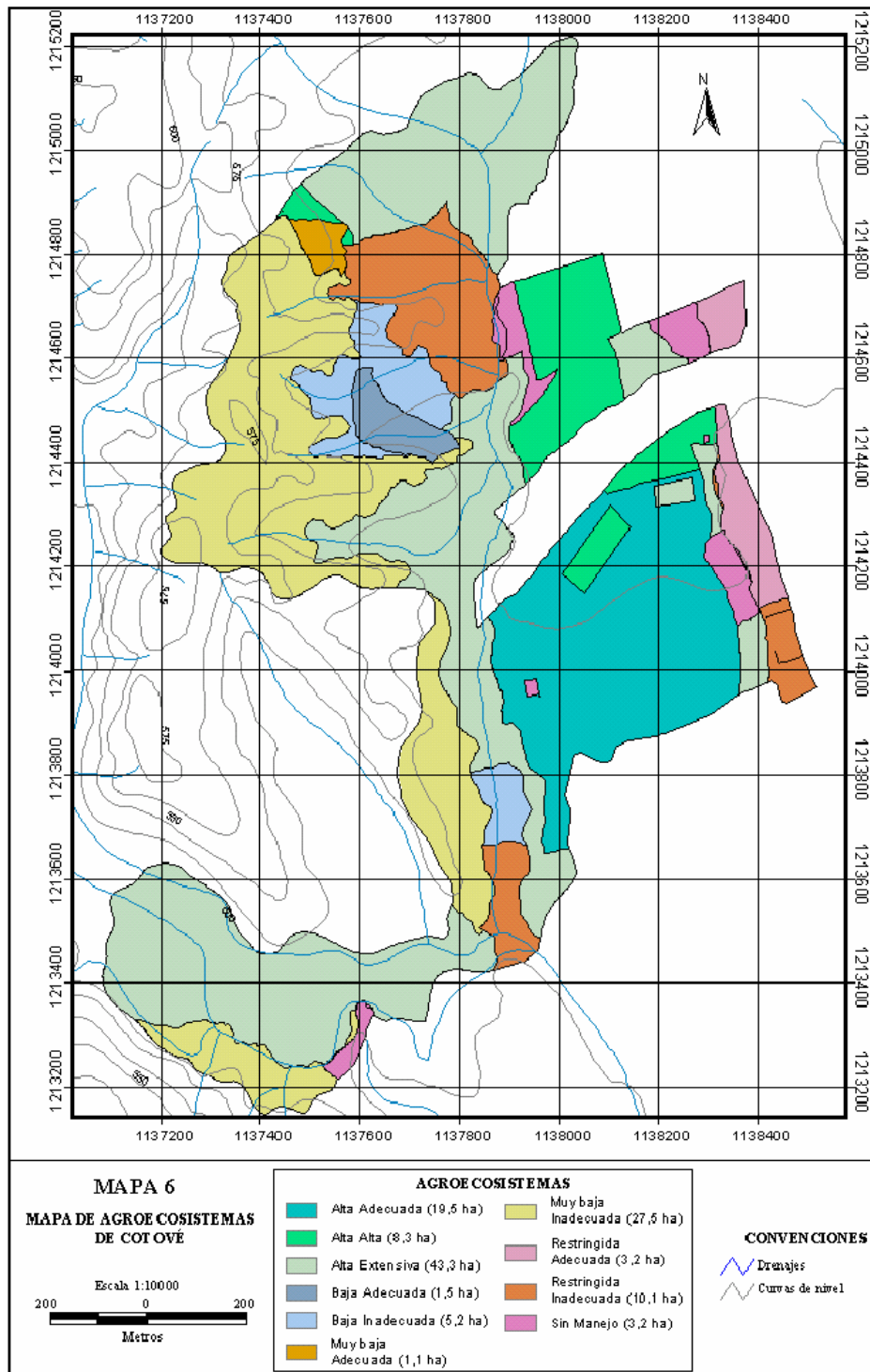


Figura 10. Mapa de Agroecosistemas (AE) del Centro Agropecuario Cotové. Santa Fé de Antioquia, Colombia.

3. AE de RT Alta e IT Extensiva. Se localiza en las Unidades geomorfológicas pié de monte coluvio-aluvial (UNBIS 157 (P), 287 (P) y 258 (P)), en la terraza media (UNBIS 187 (Tm) y 198 (Tm)) y en la terraza alta depresional (UNBIS 188 (Ta_d) y 158 (Ta_d)), sectores de Vainillal, Mangas de la Casa, La Cañada y La Quebrada. Su RT alta se debe a sus pendientes planas a ligeramente onduladas (0-7%), texturas medias, profundidad efectiva de mediana a profunda y no presenta problemas de hidromorfismo. La IT extensiva está dada por el SMA tradicional característico del programa de ganado Cebú, el cual no tiene un buen manejo en cuanto al control de malezas y la fertilización de los suelos, esto conlleva a un deterioro de sus pasturas. Tiene una tecnoestructura (cercos y corral) y un sistema de riego por gravedad en buen estado, excepto en el sector de Vainillal y Colina en que los cercos y acequias de riego están en mal estado.

4. AE de RT Restringida e IT Adecuada. Se localiza en la unidad geomorfológica terraza baja (UNBI 167 (Tb)), sectores de Pangola y La Playa; su RT restringida se debe a su textura pesada y profundidad efectiva mediana. La IT adecuada está dada por el SMA avanzado aplicado en los cultivos de zapote y mango. Los cultivos están en mal estado, con síntomas de mal manejo como presencia de plagas y enfermedades. Este AE tiene una tecnoestructura (cercos) y un sistema de riego por gravedad en buen estado, acorde con sus exigencias.

5. AE de RT Restringida e IT Inadecuada. Se localiza en las unidades geomorfológicas pié de monte coluvio aluvial (UNBI 388 (P)), terraza baja (UNBI 167 (Tb)) y terraza alta depresional (UNBI 165 (Ta_d)), sectores Guanduzal, Mangas de la Casa, La Playa y La Cañada. Su RT Restringida se debe a las pendientes onduladas (7-12%) en el caso de la UNBI 388 (P); por la presencia de texturas pesadas y profundidad efectiva media en la UNBI 167 (Tb); y por la presencia de hidromorfismo estacional medio en el caso de la UNBI 165 (Ta_d). La IT inadecuada está dada por el SMA tradicional aplicado en las áreas de protección de las colinas erosionales y en los potreros del programa de ganado Cebú localizados en este AE. La tendencia del AE es deteriorante, debido a que el SMA establecido no es el adecuado para las condiciones biofísicas del ecosistema. Este AE cuenta, en las áreas pecuarias, con un sistema de riego por gravedad en regular estado y con un pequeño corral auxiliar en buen estado ubicado en el sector de Guanduzal.

6. AE de RT Baja e IT Adecuada. Se localiza en la unidad geomorfológica pié de monte coluvio-aluvial (UNBI 388 (P)), sector Guaduzal. La RT baja se da por la combinación de pendientes onduladas (7-12%) y la textura pesada de los suelos. La IT Adecuada esta dada por el SMA Avanzado aplicado en el cultivo de papaya (variedad Cotové); se tiene un sistema de riego por gravedad en condición buena. La condición de los cultivos es buena, ya que las prácticas de manejo son acordes con los requerimientos del cultivo. Este AE cuenta con un sistema de riego por gravedad y una delimitación con cercos adecuado.

7. AE de RT Baja e IT Inadecuada. Se localiza en las unidades geomorfológicas pié de monte coluvio-aluvial (UNBIS 459 (P) y 398 (P)) y terraza alta depresional (UNBI 134

(Ta_d)), sectores Guanduzal, Colinas y La Cañada. Su RT baja se presenta debido a las pendientes fuertemente onduladas (12-25%) y profundidad efectiva mediana en el caso de la UNBI 459 (P); pendientes onduladas (7-12%) y textura pesada en la UNBI 398 (P) e hidromorfismo estacional superficial en la UNBI 134 (Ta_d). La IT inadecuada esta dada por el SMA tradicional aplicado en las áreas de protección (aislamiento deficiente), el rodal de guadua (inadecuado aprovechamiento) y los potreros del programa de ganado Cebú (regular fertilización y control de malezas). Este AE sólo cuenta con sistema de riego por gravedad, en mal estado, en el sector Guanduzal, tiene una tecnoestructura (cercos para aislamiento de las áreas de protección) deficiente.

8. AE de RT Muy Baja e IT Adecuada. Se localiza en la unidad geomorfológica colinas altas erosionales (UNBI 619 (C)), sector Colinas. Su RT Muy baja se debe a las pendientes escarpadas a muy escarpadas (>50%) y la profundidad efectiva delgada. La IT adecuada se da por el SMA Avanzado aplicado en la parcela de investigación en recuperación biológica de suelos, este AE tiene cercos de protección en buen estado y eficientes para el uso asignado. La condición de la cobertura vegetal es buena. En el se evidencia el mejoramiento de las condiciones del suelo.

9. AE de RT Muy Baja e IT Inadecuada. Se localiza en la unidad geomorfológica Colinas altas erosionales y comprende las UNBIS 619 (C), 628 (C) y 629 (C), sectores Colinas y Patio Bonito. Su RT Muy baja se debe a las pendientes escarpadas a muy escarpadas (>50%) y la profundidad efectiva delgada de los suelos. La IT Inadecuada se da por el SMA Tradicional aplicado en las UNES de protección y en los potreros que no pertenecen al programa de ganado Cebú. Los pastos y rastrojos están en mal estado, ya que en las UNES de protección se permite el constante flujo de animales y el consecuente deterioro del suelo; y en los potreros no se permite el establecimiento de una cobertura vegetal homogénea que proteja estos suelos, altamente susceptibles a la erosión.

Análisis de los AE de Cotové. El espacio de análisis de los AE del Centro Agropecuario Cotové (Figura 11) organiza los AE en 4 cuadrantes, de acuerdo a la RT e IT de cada uno de ellos.

En los cuadrantes I y II se ubican los AE 1, 2, 4, 6 y 8 (33,6 ha; 27,1%), los cuales están siendo manejados con tecnologías altas y adecuadas a las condiciones biofísicas del ecosistema; en los cuadrantes III y IV se ubican los AE 3, 5, 7 y 9 (86,1 ha; 69,4%) con aplicación de SMA Tradicionales. Estos AE están siendo manejados con tecnologías inapropiadas, pues en el AE 3 se están subutilizando las condiciones del ecosistema cuya RT es Alta y en los AE 5, 7, y 9 es posible que se presente una degradación de los ecosistemas debido a que estos tienen RT desde Restringida a Muy baja.

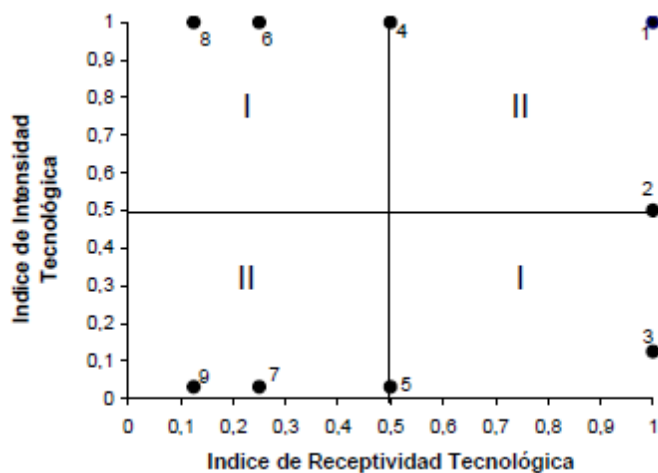


Figura 11. Espacio de análisis de los Agroecosistemas (AE) del Centro Agropecuario Cotové.¹⁵ Santa Fé de Antioquia, Colombia.

Estos resultados evidencian una alta subutilización o inadecuada utilización de la oferta biofísica del Centro Agropecuario Cotové; aunque, las UNBIS que ofrecen mejores condiciones biofísicas, específicamente las localizadas en la terraza alta (sector El Llano, AE 1; 15,7%) están siendo utilizadas adecuadamente con SMA Mecanizados.

CONCLUSIONES

Los AE en los que se subutilizan las condiciones biofísicas, aquellos con Intensidad Tecnológica Extensiva, representan el 35% del área del Centro y corresponden a las áreas del programa de ganado Cebú. En estos AE se deberían aplicar SMA Avanzados o Mecanizados para optimizar la oferta ambiental.

Los AE con Intensidad Tecnológica Inadecuada, que representan el 34,6% de Cotové, aquellos en los que se aplican tecnologías inapropiadas para sus condiciones biofísicas, deben ser prioritarios en futuros proyectos de planeación, manejo y gestión ambiental de los Centros.

Se requieren estudios de riego que brinden bases técnicas para una adecuada planeación y aprovechamiento de la actual oferta hídrica, debido a que el riego se realiza empíricamente sin tener en cuenta las necesidades de los sistemas productivos.

¹⁵ Cada punto numerado representa los AE descritos en la Tabla 13.

El regular estado de la tecnoestructura y de la haidroestructura del Centro Agropecuario Cotové, limitan la optimización del aprovechamiento de las condiciones biofísica del Centro de alta RT., especialmente en cuanto al aprovechamiento académico (casa de los estudiantes) y para el ordenamiento del predio (cercos, linderos y vías), y los sistemas de riego por gravedad y aspersión.

Las áreas de protección de estos predios tienen alto potencial investigativo y paisajístico,

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación hace parte del Proyecto 030802614, financiado por la División de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (DIME), a quien los autores expresan sus agradecimientos. Estos agradecimientos se hacen extensivos al Señor José Manuel Castro Agudelo, Administrador del Centro Agropecuario Cotové durante el periodo de la investigación, por su colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

De los RÍOS C., J. C. y GALLEGRO Z., A. F. Caracterización y evaluación de los AE de los Centros Agropecuarios Cotové y Paysandú. Medellín, 2003. 98 p. Trabajo de grado (Ingenieros Forestales). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

ERDAS. Erdas field guide. 5ed. Georgia, Atlanta: Erdas, 1999. 672 p.

ESPINAL T., L. S. Zonas de vida (formaciones vegetales) del departamento de Antioquia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1977. 135 p.

HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA, 1982.

_____ ; COSIO, F. y PANARIO, D. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición: manual de aplicación a municipios y predios rurales. Santiago, Chile: Red de Pastizales Andinos, 1993. 253 p

GUTIÉRREZ, M. C. y ZAVALA, J. Rasgos hidromórficos de suelos tropicales contaminados con hidrocarburos. *En: Terra*. Vol. 20, No.2 (Abr.Jun- 2002); p.101-112

Disponibile en Internet <www.chapingo.mx/terra/contenido/20/2/art101-111.pdf>

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Zonificación agroecológica de Colombia : memoria explicativa. Bogotá: IGAC, 1985. 53 p.

JARAMILLO, D. Introducción a la ciencia del suelo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002. p. 164-180.

PÉREZ, Q. E y BARREIRO, H. Análisis del régimen de lluvias de la Estación Experimental “El Espinal” Centro Cotové. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1986. 72 p.

PLOEG, J. D. V. D. Styles of farming: An introductory note on concepts and methodology. *En*: HANN, H. y Van Der PLOEG, J.D (eds). Endogenous regional development in Europe: theory, method and practice. Proceedings of the I CERES/CAMAR Seminar, Universidade de Tras-on-Montes, Vila Real, Portugal, 1992. p. 1-27

RIVERA, J. H., AMARÍZ, M. F. y ALVAREZ, W. R. Plan de uso, manejo y conservación de los suelos del centro experimental Cotové. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1986. 313 p.

TENRREIRO, J. J. Levantamiento topográfico del Centro Cotové. Escala 1:2500. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1971. 108 p.

TRICART, J. y KILIAN, J. La Eco-geografía y la ordenación del medio natural. Barcelona: Anagrama, 1982. 288 p.

VÉLEZ, L. D. Bases metodológicas para el estudio de los estilos de agricultura a nivel de predio. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 1998. 149 p.

_____ y GASTÓ, J. Metodología y determinación de los estilos de agricultura a nivel predial. *En*: Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 26, No. 2. (1999); p. 77-99.