

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE AGROECOSISTEMAS
A ESCALA PREDIAL. UN ESTUDIO DE CASO:
CENTRO AGROPECUARIO PAYSANDÚ (MEDELLÍN, COLOMBIA)**

Juan Camilo de los Rios 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 Agudelo⁷

RESUMEN

Se caracteriza y evalúa el estado, condición y tendencia, de los Agroecosistemas (AE) del Centro Agropecuario Paysandú 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 (1979), 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 (72%) tiene RT Muy Baja, la cual no admite el establecimiento de Sistemas de Manejo Agrotecnológico (SMA) Mecanizados Avanzados. Sin embargo, el 69.8% del área es manejada con SMA adecuados para las restricciones que impone la RT. El 62% del área del Centro, principalmente bajo cobertura de pradera para ganadería de leche, es manejada con SMA avanzado.

Como producto de la interacción entre RT y los SMA utilizados, se encontraron seis AE, de los cuales, tres, que representan el 69,8% del área (100,2 ha.), se manejan con tecnologías adecuadas a sus condiciones biofísicas o de receptividad tecnológica (IT Adecuada), y los otros tres, que representan el 28,57% del área (41,3 ha.), son manejados con tecnologías que no se corresponden con sus condiciones de RT (IT tradicional), lo que conlleva al deterioro de sus condiciones biofísicas y ecológicas.

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. <jiajudel@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>

Palabras claves: AE, Intensidad Tecnológica, Receptividad Tecnológica, Sistemas de Manejo Agrotecnológico, sostenibilidad, Paysandú, Centros Agropecuarios.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF AGROECOSYSTEMS ON A FARM SCALE A STUDY CASE: THE PAYSANDÚ FARMING CENTER.

The state, condition, and tendencies of the agro-ecosystems (AE) of the Paysandú Farming Center of the Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín were characterized and evaluated by means of parameterization and analysis of the various Technological Receptivity (RT, after the Spanish initials) and Technological Intensity (IT), based upon a methodological proposal of Vélez and Gastó (1999), in terms of AE diversity and of the uses, management, and technological acceptance, technostructural and hydrostructural endowment, potential productivity and services to the local, regional, and national society.

The results showed that the greater part of the center (72%) has very low RT, which does not permit the establishment of Mechanized Advanced Agrotechnological Management Systems (SMA). However, 69.8% of the area is managed with SMA adequate for the restrictions imposed by the RT. Sixty-two percent of the area of the center, principally under pasture cover for dairy cattle production, is managed with advanced SMA.

As a result of the interaction between RT and the SMA employed, six AE were identified, of which three, that represent 69.8% of the area (100,2 ha.), are managed with technologies adequate for their biophysical conditions or with technological receptivity (adequate IT), and the other three, that represent 28,57% of the area (43,1 ha.) are managed with technologies that do not correspond to their RT conditions (traditional IT), which leads to a deterioration of their biophysical and ecological conditions.

Key words: AE, Technological Intensity, Technological Receptivity, Agrotechnological management systems, Sustainability, Paysandú, Agricultural Centers.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los 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 Paysandú, 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 no son 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 los AE. 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; y otros de máxima simplicidad o 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 de 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 Agropecuario Paysandu; su ordenación ambiental, espacial y administrativa; mayor eficiencia en su gestión, uso y manejo de sus recursos naturales, de infraestructura, de equipos, maquinaria, insumos y humanos; y mejorar sus condiciones de competitividad acedémicocientífica, social y económica.

METODOLOGÍA

Localización del área de estudio. El Centro Agropecuario Paysandú, con un área de 139,3 ha⁹, está ubicado en el corregimiento de Santa Elena, área rural del municipio de Medellín, Departamento de Antioquia a una distancia de 18 km al oriente de la ciudad (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son 6° 12' 37" de latitud norte y 75° 30' 11" de longitud oeste. Ecológicamente, se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh – MB), con una temperatura anual promedio de 14°C y una precipitación media anual de 2.500 mm (Uribe y Vélez, 1987).

⁸ Vélez, L. D. Análisis de Agroecosistemas: Notas de clase de la asignatura “Taller para el Estudio de Agroecosistemas”. 2002.

⁹ Fuente: Oficina de Planeación, Universidad Nacional de Colombia.

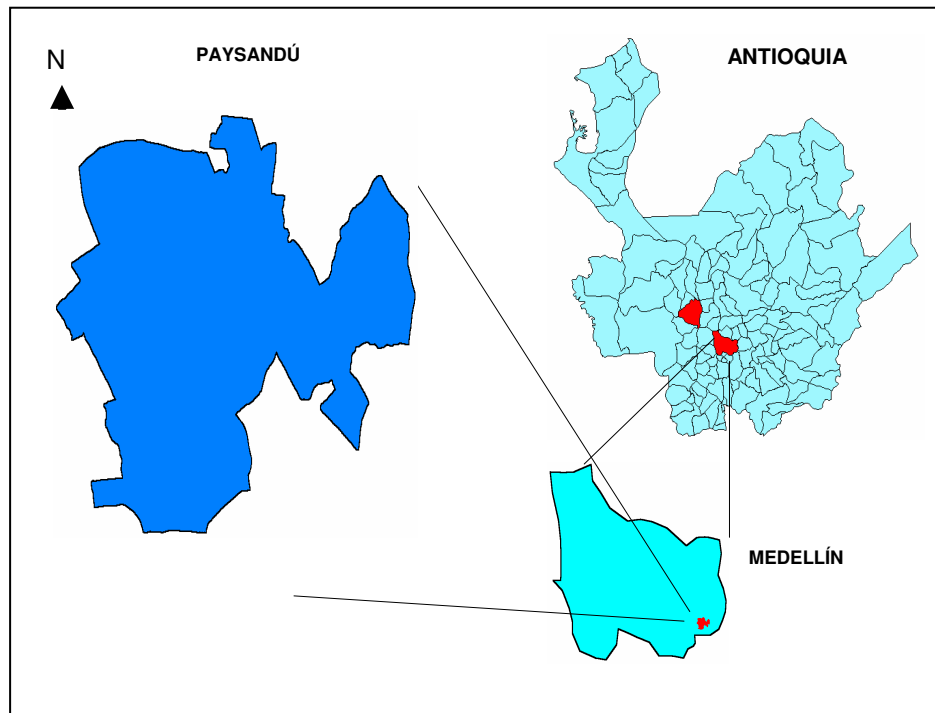


Figura 1. Localización del Centro Agropecuario Paysandú, Medellín, Colombia.

Identificación y caracterización de los AE (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 a continuación.

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 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:

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

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, Fac. de Ciencias Agropecuarias, U. Nacional de Colombia, Sede Medellín)

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 espacial y funcional definida. Son el escenario de los recursos naturales donde se desarrolla la agricultura del predio (Gastó *et al.*, 1993).

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, (1997) y verificación en campo.

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 Soto *et al.* (1986).

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 Cardona y Henao (1988) y Soto, *et al.* (1986).

Finalmente, el producto de la interacción de las variables referidas permitió hallar el valor de RT de cada UNBI.

La IT se define como el grado de artificialización del ecosistema o magnitud de los aportes por unidad de área, con el propósito aumentar la cantidad y/o calidad de flujo de 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 ser expresada 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; Cosío 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 herramientas de 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).

¹² Según Stoops y Eswaran (1985), citados por Gutiérrez y Zabla (2001) y la revisión de los estudios de Soto *et al.* (1986) la ocurrencia de motas de colores claros es el principal indicador macro y micromorfológico de hidromorfismo.

¹³ Se trabajó con las Aerofotografías 014-015-016-017 del vuelo 1954 del IGAC, escala aproximada 1:10000, tomadas en el año 1980.

Para la determinación del área del Centro Agropecuario Paysandú, 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 con escala 1:10000 es de 5 m. Asumiendo el área del Centro Agropecuario Paysandú como la suministrada por la Oficina de Planeación de la Universidad Nacional, Medellín, la extensión del Centro, con el método utilizado, debe estar entre los siguientes rangos:

Área real del Centro Agropecuario Paysandú = 139,3 ha.; error permitido = ± 5 m, equivalente a un error en área de $\pm 5,43$ ha.; $133,87 \text{ ha} \leq \text{Área del Centro Agropecuario Paysandú} \leq 144,73 \text{ ha}$.

Además del método de georeferenciación, 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 10m y el uso de aerofotografías y cartografía básica con diferente escala.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta las posibles fuentes de error reportadas en el método, el área estimada para el Centro Agropecuario Paysandú fue de 143,6 ha, que está dentro del rango de error permitido, con respecto al área registrada en la Oficina de Planeación de la Universidad Nacional de Colombia, de 139,3 ha., y no concuerda con las áreas reportadas por el plan de desarrollo del Centro Agropecuario Paysandú de 141 ha (Universidad Nacional de Colombia, 1996) y por la Oficina de Catastro del Municipio de Medellín de 127,8 ha lo cual debe ser solucionado y en futuros programas y/o proyectos de investigación, docencia y/o producción se recomienda ser claro en cuanto a la fuente original de información del área del predio, para evitar posibles inconsistencias en los resultados presentados en relación con otras investigaciones.

Determinación de las Unidades Biogeoestructurales (UNBIS) y su Receptividad Tecnológica (RT). El Centro Agropecuario Paysandú está constituido por 4 unidades geomorfológicas, descritas en la Tabla 1, con su respectivo índice de RT (IRT). Es importante anotar que entre las unidades Meseta (M) y Colinas bajas (Cb), con IRT entre 0,5 y 0,25, ocupan más del 80% del área del Centro.

Tabla 1. Unidades geomorfológicas del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

Geoforma	Descripción	Área		IRT
		ha	%	
Meseta (M)*	Zona con pendientes planas a ligeramente planas (0-7%), ubicada en la parte alta del Centro, predomina el uso pecuario con un SMA Tradicional.	61,17	42,2	0,5
Colinas bajas (Cb)	Zona colinada con pendientes planas a onduladas (0-12%), ubicada en la parte baja del Centro, predomina el uso pecuario con un SMA Avanzado.	59,41	41,0	0,25
Ladera Meseta (Lm)	Zona escarpada con pendientes mayores del 25%, separa las unidades meseta y colinas bajas, predomina el uso protección con un SMA Avanzado.	20,08	14,5	0,0625
Valle coluvio aluvial (V)	Zona más baja del Centro, bajo la influencia de la dinámica de la Quebrada San Pedro, predomina el uso protección con un SMA Avanzado.	3,05	2,1	
Total		143,6	100	

*Entre paréntesis está el código que identifica cada unidad geomorfológica en el mapa de Unidades Biogeoestructurales (Figura 3). Adaptado de Soto *et al.* (1986)

En cuanto al suelo, se identificaron 3 categorías descritas en la Tabla 2 con su respectivo índice de RT (IRT). El 63,4% del área del Centro Agropecuario Paysandú corresponde a suelos buenos con un IRT de 1.

El Centro Agropecuario Paysandú se encuentra en la provincia de humedad “Húmeda” (Uribe y Vélez, 1987), generando un índice de RT de 0,5 para este factor y restringiendo la RT de los AE y del predio.

Tabla 2. Categorías de suelos e Índice de RT en el Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

Categoría	Área		Descripción	IRT
	Ha.	%		
Bueno	91,09	63,39	Textura media, profundos, drenaje bueno; se ubican en zonas con pendientes de ligera a fuertemente onduladas (<25%); permite el establecimiento de SMA Mecanizado (M) (códigos mapa de UNBIS: 55, 59, 89)	1,000
Malo	27,12	18,88	Texturas medias, con pendientes fuertemente quebradas a escarpadas (>25%) en la unidad geomorfológica Ladera (L); con problemas de hidromorfismo estacional superficial en la unidad Meseta (M) y en la unidad Valle coluvioaluvial, que limitan el establecimiento de SMA Tradicionales y Mecanizado Avanzados. Actualmente destinadas a protección con un SMA Avanzado. (códigos mapa de UNBIS: 24, 29).	0,125
No apto	25,47	17,73	Con limitaciones por hidromorfismo permanente, no aptos para el establecimiento de SMA Tradicionales y Mecanizados. Se ubican en las áreas de influencia de los drenajes naturales y en gran parte de la unidad geomorfológica Meseta. Actualmente destinadas casi en su totalidad a protección (códigos mapa de UNBIS: 21)	0,000
Total	143,68	100		

Producto de la integración de los anteriores resultados, se identificaron 13 UNBIS, descritas 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). En la Figura 2 se presentan las categorías de Receptividad Tecnológica del Centro Agropecuario Paysandú y el porcentaje de área que ocupan, y en la Figura 4 se muestra la distribución espacial de las UNBIS y de la RT. Se debe destacar que 113,5 ha (72%) tienen RT muy baja lo cual limita el establecimiento de SMA, Mecanizado-Avanzado (M) y Tradicional (T). Los principales limitantes de manejo son las pendientes fuertemente quebradas a escarpadas y los problemas de hidromorfismo estacional y permanente, actualmente estas UNBIS están bajo un SMA Avanzado.

Tabla 3. Índice de Receptividad Tecnológica de las UNBIS del Centro Agropecuario Paysandú.

Código UNBI*	ÍH	ÍP	ÍS	ÍRT	IA	RTxIA**	Categoría de RT
221 (M)	0,5	0,5	0	0	0,078	0	Muy baja
224 (V, M)	0,5	0,5	0,125	0,031	0,034	0,001	Muy baja
255 (M)	0,5	0,5	1	0,25	0,051	0,012	Restringida
288 (Cb)	0,5	0,5	1	0,25	0,034	0,008	Restringida
321 (M)	0,5	0,25	0	0	0,081	0	Muy baja
324 (M)	0,5	0,25	0,125	0,015	0,014	0,0002	Muy baja
355 (M)	0,5	0,25	1	0,12	0,104	0,012	Baja
388 (M)	0,5	0,25	1	0,12	0,079	0,009	Baja
421 (Cb)	0,5	0,125	0	0	0,019	0	Muy baja
455 (M)	0,5	0,125	1	0,06	0,036	0,002	Muy baja
488 (Cb, M)	0,5	0,125	1	0,06	0,274	0,016	Muy baja
559 (Cb, Lm)	0,5	0,0625	1	0,03	0,099	0,003	Muy baja
629 (Lm)	0,5	0,03125	0,125	0,002	0,098	0,0002	Muy baja
Índice de Receptividad Tecnológica						0,068	

* 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.

** La sumatoria de los factores del producto RT x IA constituye la RT del Centro.

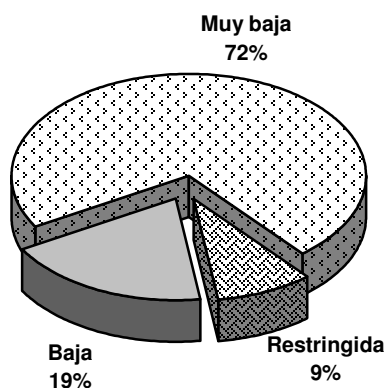


Figura 2. Categorías de Receptividad Tecnológica del Centro Agropecuario Paysandú (Medellín, Colombia) y área (%) que ocupan.

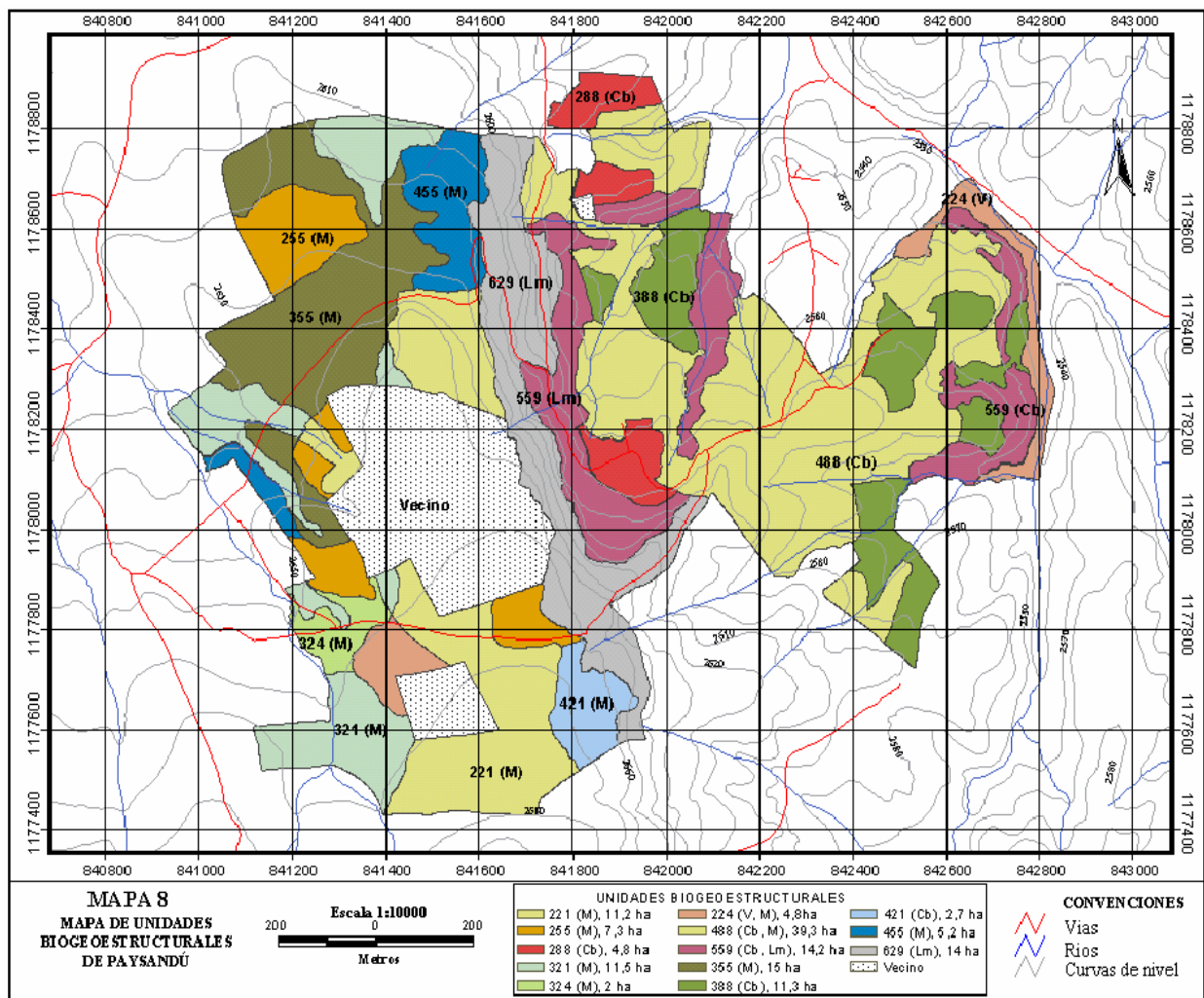


Figura 3. Mapa de unidades bioestructurales del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

La RT Baja es la segunda en importancia con respecto al área que ocupa 26,2 ha. (18,2% del área), esta categoría solo posibilita el establecimiento de SMA Avanzados, actualmente la mayoría del área está bajo un SMA Tradicional. La RT Restringida ocupa el 9% del Centro (12,8 ha) y tiene buenas características fisiográficas (pendiente) y edáficas, pero está restringida por el factor climático (provincia de humedad húmeda).

Usos y coberturas del suelo. En la Tabla 4 y Figuras 4 y 5 se presentan los principales usos y coberturas vegetales del suelo y su distribución espacial. El principal uso es el pecuario con el 57,6% del área (82,8 ha) y dos propósitos, la producción de leche con la raza Holstein en un área de 38,1 ha (26,5%), en una pradera de pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) ubicada en la parte baja del Centro (unidad geomorfológica Colinas bajas), y el levante del ganado Bon en una pradera muy enmalezada de pasto Kikuyo con un área de 41,6 ha (29%), localizada en la parte alta del Centro (Unidad geomorfológica Meseta).

El uso silvopastoril (8,1 ha; 5,64%) se localiza en la Unidad Meseta (parte alta) y en la Unidad Colinas bajas (árboles de *Acacia decurrens*) se tienen asociados el pasto kikuyo con la Acacia negra (*Acacia decurrens*) bajo diferentes densidades de siembra

Las áreas de protección (48,5 ha; 33,82%) con coberturas de rastrojo alto y bajo, se ubican principalmente en las riveras de los drenajes que atraviesan o bordean el predio, en la ladera escarpada que separa la meseta de la zona colinada y en las áreas con mayores problemas de hidromorfismo en la Unidad Meseta (parte alta).

El uso tecnoestructural corresponde a las viviendas, ordeñaderos, bodegas y garajes; y el uso recreación corresponde a una cancha de fútbol.

Estructura espacial. En la Tabla 5 y la Figura 5 se presenta la estructura espacial del Centro, constituida por 89 Unidades espaciales (UNES), de las cuales 65 son para uso pecuario, 3 para uso silvopastoril y 16 son áreas de protección.

Tabla 4. Coberturas vegetales del suelo y estructura espacial del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

Uso	Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Tecnoestructural	Construcción	2,4	1,67
Pecuario	Pradera	82,8	57,61
Protección	Pradera	0,6	0,44
	Rastrojo alto	38,2	26,59
	Rastrojo bajo	9,5	6,62
Sin uso	Plantación forestal	0,2	0,17
	Pradera	0,9	0,59
	Descubierto	0,3	0,19
Recreación	Descubierto	0,7	0,47
Silvopastoril	Pradera	6,5	4,52
	Plantación forestal	1,6	1,13
Total general		143,7	100

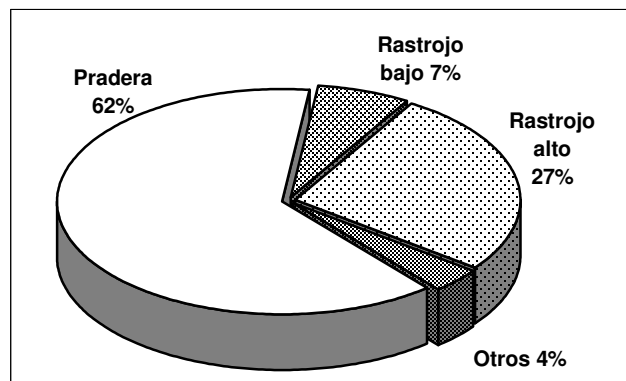


Figura 4. Coberturas del suelo y área (%) que ocupan en el Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

Tabla 5. Estructura espacial del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

Usos del suelo	Número UNES	Área	
		ha	%
Tecnoestructural	2	2,4	1,67
Pecuario	65	82,8	57,63
Protección	16	48,6	33,82
Sin uso	2	1,1	0,78
Recreación	1	0,6	0,47
Silvopastoril	3	8,1	5,64
Total	89	143,7	100

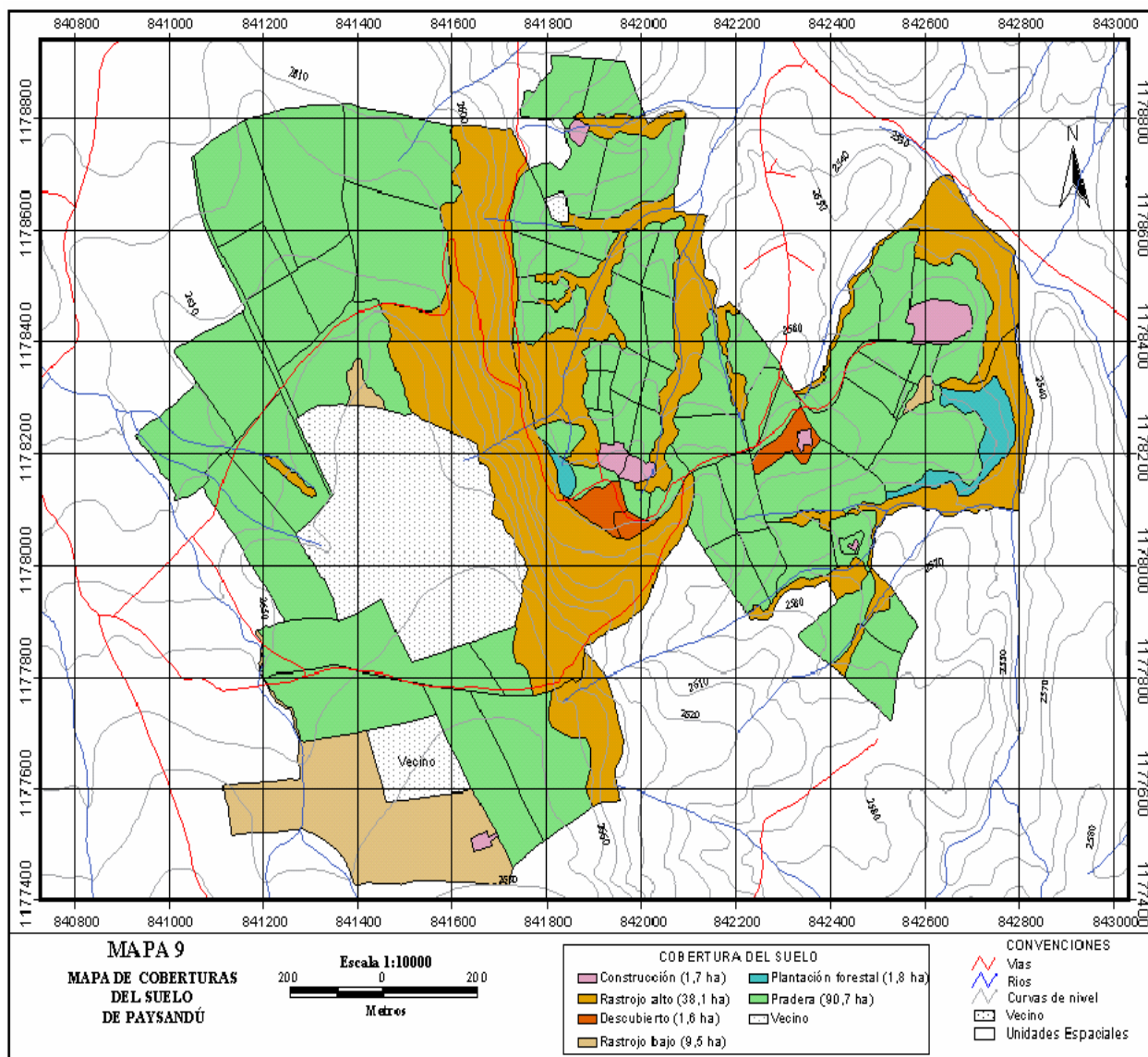


Figura 5. Mapa de coberturas vegetales del suelo y estructura espacial del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia

En el predio hay 14 UNES para el ganado BON con un área promedio de 3 ha, delimitadas con cercos de alambre de púas en buen estado. Para la producción lechera se tienen 46 UNES con un área promedio de 0,83 ha, delimitados con cercos eléctricos y de alambre de púas en buen estado y dos ordeñaderos en buen estado distribuidos de tal forma que se reduzca la movilización de los animales. Las 5 unidades restantes son potreros que se utilizan para el pastoreo de equinos. Las áreas silvopastoriles, la componen 3 UNES, delimitadas por cercos de alambre de púa en buen estado. Finalmente hay 16 UNES con uso de protección, aisladas con cercos de alambre de púas en excelente condición.

Las Unidades Tecnoestructurales (UNTES) están conformadas por cercos para la división de potreros, ordeñaderos, bodegas, corrales, casas y vías (Tabla 6 y Figura 6), su actual cantidad y estado permite el funcionamiento del Centro especialmente en cuanto a la conectividad de los potreros para el ganado Holstein y al número y distribución de las casas habitadas por los trabajadores del Centro, permitiendo la vigilancia del ganado.

Tabla 6. Unidades tecnoestructurales del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

	CLASE	ESTILO		%
Lineales	Cercos (m)	Natural (quebradas o escarpes)	3.848	10,8
		Alambre de púas	22.140	62,4
		Cerco mixto	4.962	14
		Cerco eléctrico	4.535	12,8
		Total	35.485	100,0
	Vías (m)	Carreteable	4.344	53,0
		Caminos	1.038	12,6
		Huella	2.797	34,2
		Total	8.179	100,0
	Puntuales (No. de unidades)	Cercos	Puertas de hierro y de madera	10
Corrales			2	
Broches			131	
Pasagentes			43	
Electricidad		Transformador eléctrico	2	
		Caja de distribución eléctrica	6	
Información		Báscula	2	
		Oficina	1	
Bodega		Bodega	4	
Habitación		Casa	11	
		Salón	2	
		Perrera	1	
Transformación		Ordeñadero	2	
		Vivero	2	
Otros		Cancha	1	
	Garaje	2		

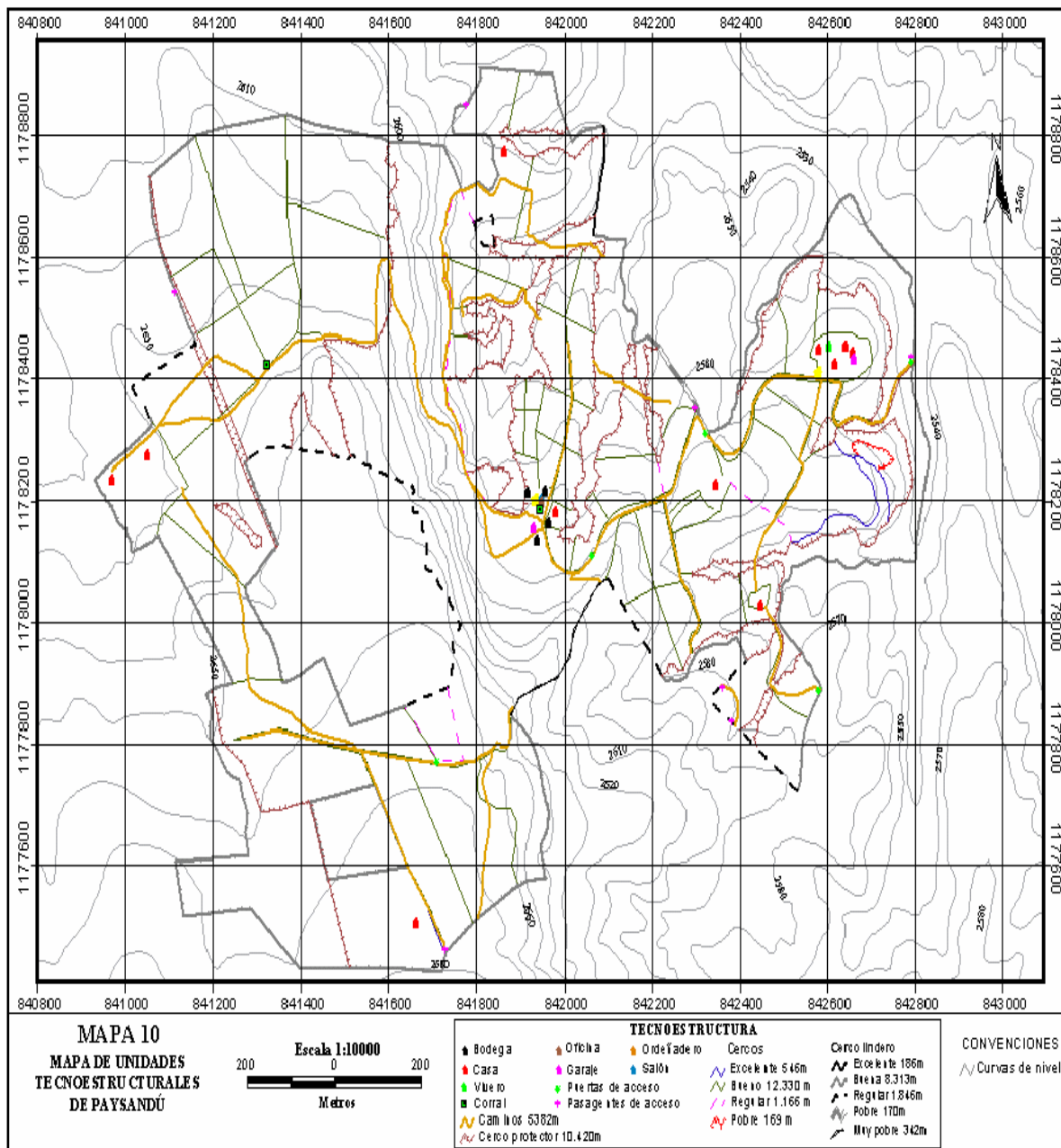


Figura 6. Mapa de unidades tecnológicas del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia

En la Tabla 7 y en la Figura 7, se presenta la hidroestructura del Centro Agropecuario Paysandú que consiste en un sistema de distribución de aguas en buen estado, que garantiza el suministro del fluido para el hato ganadero. Los drenajes naturales (quebradas) se encuentran protegidos adecuadamente con cercos de alambre de púas y estacones de madera inmunizada.

Sistemas de manejo agrotecnológico (SMA). En la Tabla 8 y en la Figura 9 se presentan los estilos de agricultura del Centro Agropecuario Paysandú, el uso y área manejada por cada uno de los estilos.

Tabla 7. Unidades hidroestructurales del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

CLASE	ESTILO	Longitud (m)	
		Cantidad	
Cauces naturales	Quebrada	4.363	
Conducción artificial	Manguera	4.313	
	Represas	2 unidades	
Acumulador artificial	Tanques	6 unidades	
	Bebedero	22 unidades	
	Desarenador	Unidades	
Obra de arte	Caja distribución	2 unidades	
	Pozo séptico	11 unidades	
Otras	Motobomba	2 unidades	

Tabla 8. Estilos de agricultura del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

Estilo	Subestilo	Uso	Área	
			Ha	%
No determinado	No determinado	Sin uso	1,10	0,78
Natural	Área de protección	Protección	48,6	33,83
Naturalista	Pastoreo controlado de praderas	Pecuario	40,2	28,00
Tecnologista	Mecánica y química	Pecuario	42,5	29,63
	Cero labranza	Silvopastoril	8,20	5,64
Industrial	Agroindustria	Tecnoestructura	0,27	0,19
	Casa		2,10	1,48
	Recreación		0,70	0,47
Total			143,6	100,0

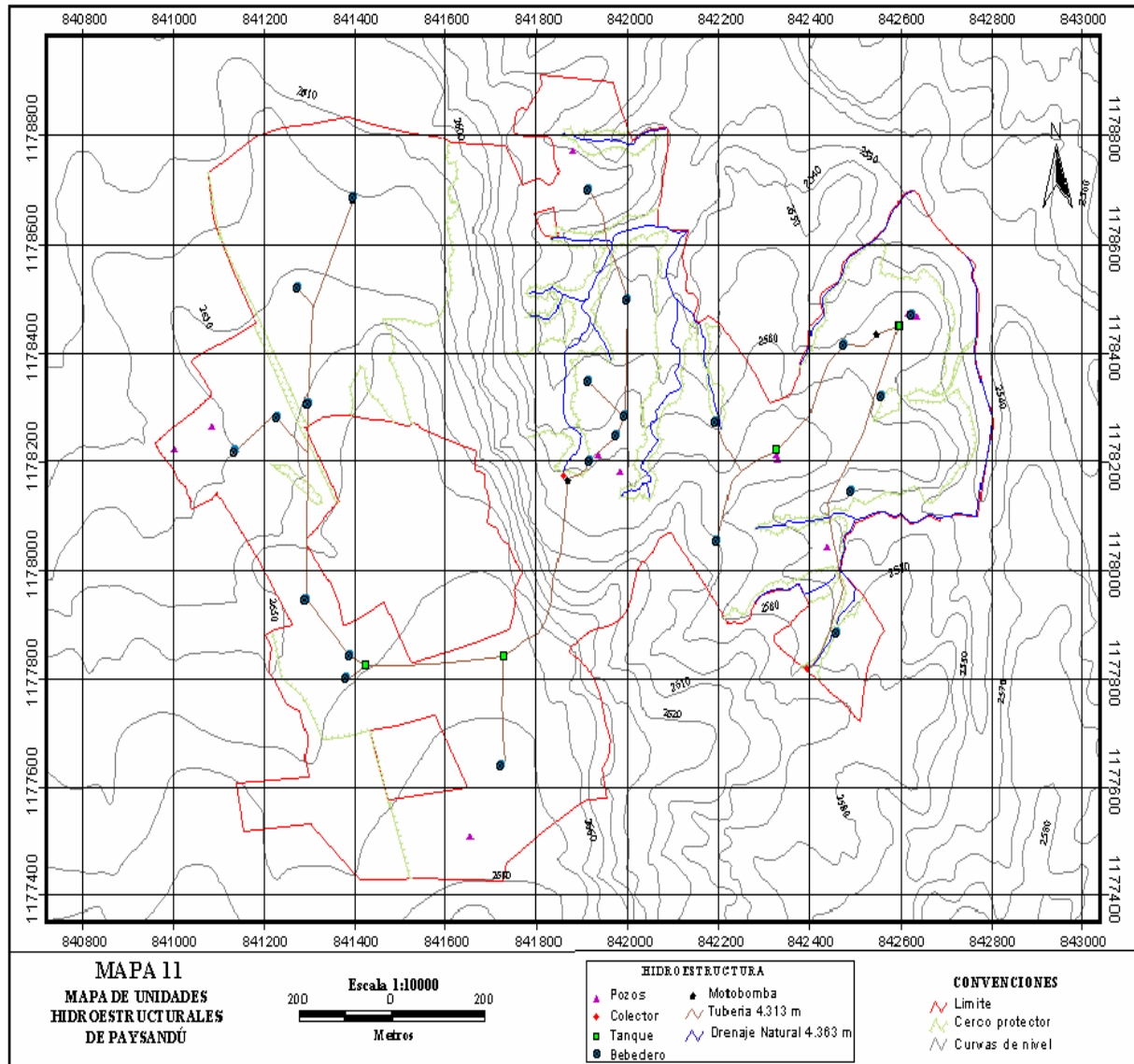


Figura 7. Mapa de unidades hidroestructurales del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

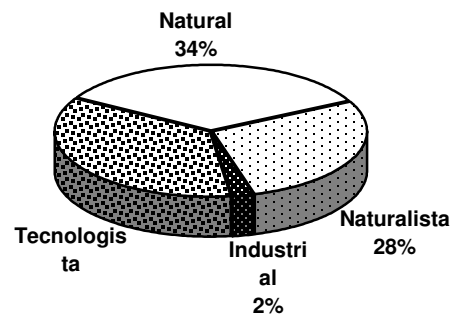


Figura 8. Estilos de agricultura y área (%) que ocupan en el Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

El estilo Natural se establece en las UNES de protección (48,6 ha, 33,8%), demarcadas de acuerdo con los criterios técnicos establecidos en el plan de manejo del Centro Agropecuario Paysandú (Universidad Nacional de Colombia, 1996). Presentan una condición excelente y una tendencia a mejorar, las actividades de manejo, disponen de un aislamiento eficiente con cercos de alambre de púas con un promedio de 4 hilos.

El estilo Naturalista, con pastoreo controlado de praderas¹⁴ en un “Sistema de manejo extensivo”, se presenta en las UNES para levante de ganado BON (39,8 ha; 27,7%) y pastoreo de equinos (0,4 ha; 0,27%) en las unidades geomorfológicas Meseta y Colinas Bajas, respectivamente. La condición de los potreros es muy pobre debido al alto grado de enmalezamiento del pasto kikuyo, y a que el manejo se limita únicamente al pastoreo controlado y el mantenimiento de los cercos, broches y bebederos.

El estilo de agricultura Tecnologista con actividades mecánicas (mínima labor) y químicas, se presenta en las UNES para producción de leche con ganado Holstein¹⁵ (42,5 ha; 29,63%), con “Sistema de manejo intensivo” denominado “Rotación por franjas”¹⁶, con un período de ocupación que oscila entre los 3 y 6 días y el descanso entre los 35 y 45 días. Las actividades de manejo son: guadañada, rotaviada y subsolada, las cuales se realizan aproximadamente cada dos años, de acuerdo a una evaluación visual y a la disponibilidad de recursos; se hace control de malezas, plagas y enfermedades con tecnologías mecánicas y aplicación de herbicidas e insecticidas; la fertilización química se hace con Urea, fosfato diamónico (DAP), cloruro de potasio (KCl) y sulfato de amonio (SAM), entre otros, la periodicidad y cantidad de aplicación está muy condicionada por la disponibilidad de recursos económicos.

En los potreros con mejor manejo y en mejor estado, se establecen las vacas de ordeño, ubicados cerca de los ordeñaderos. Los otros potreros, son utilizados para el pastoreo de vacas horras, de levante, terneras, novillonas y machos de ceba (Tabla 9).

Tabla 9. Distribución, uso y área de los potreros del Centro Agropecuario Paysandú.

Raza	Uso de los potreros	Sectores y potreros	Número potreros	Área (ha)
Holstein	Vacas de Ordeño (Ordeñadero Establo)	Toros, Establos, Jaulas, Maternidad, Ye 1 y Miguel 1.	15	7,74
	Vacas de Ordeño (Ordeñadero Carmiña)	Piscinas, Carreteras, Roble	10	10,95
	Vacas Orras	San Nicolás y Ciénagas	7	4,83
	Vacas de levante Terneras y Novillonas	Migueles, Horizontes y Ye 2	6	5,31
	Novillas preñadas y machos de ceba	Faldas, Turpiales y Tesoros	8	9,31
	Total			46
BON	Levante de ganado Bon	Potreros de la meseta	14	39,8

El estilo Tecnologista se encuentra, además, en las UNES de uso silvopastoril (8,2 ha; 5,64%) manejadas con labranza mínima, en las que se adelanta desde 1996 un proyecto de investigación en sistemas silvopastoriles entre árboles de Acacia y pasto kikuyo; las actividades de manejo son básicamente el

¹⁴ Los potreros son aprovechados cuando tienen buena oferta de pasto, sin períodos establecidos de ocupación y descanso.

¹⁵ Para Septiembre de 2003 se contaba aproximadamente con 62 cabezas de ganado BON y 120 de Holstein (comunicación personal con el administrador del Centro)

¹⁶ Este sistema consiste en asignar a los animales diariamente o por períodos menores de un día, mediante el uso de una cerca eléctrica, franjas de pasto suficiente para la alimentación del grupo de animales. (Bernal, 1994)

monitoreo del pasto kikuyo bajo las diferentes densidades de siembra de los árboles y el mantenimiento de cercos y broches. Los árboles fueron fertilizados al inicio de la plantación.

El estilo Industrial corresponde a los ordeñaderos con un sistema de ordeño mecánico y tanques frigoríficos para el almacenamiento de leche, bodegas, garajes y almacenes; esta tecnoestructura está en buen estado.

Con base en el análisis de los usos, cobertura, estilo, cuidado y condición, se hallaron los SMA del Centro Agropecuario Paysandú (Tabla 10). El 69,1% del área del predio (96 ha) se encuentra bajo un SMA Avanzado, corresponde a las UNES del programa de ganado Holstein, del programa de sistemas silvopastoriles y las de protección localizadas en las riveras de los drenajes naturales y en las zonas con mayores problemas de hidromorfismo en la parte alta de la finca (segundo piso); el 28,5% del área está bajo un SMA Tradicional y corresponde a las UNES del programa de ganado BON.

Tabla 10. Sistemas de manejo agrotecnológico (SMA) en el Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

SMA	Cobertura	Área	
		ha	%
Avanzado	Pradera, plantación forestal, rastrojo alto y bajo	99,2	69,1
Tradicional	Pradera, Rastrojo alto y bajo	41	28,57
NO*	Construcciones	3,4	2,3
Total		143,6	100

* UNES sin manejo agrotecnológico

Determinación de la Intensidad Tecnológica (IT) de los AE. En la Tabla 11 se presentan las categorías de IT del Centro Agropecuario Paysandú, determinadas a partir de la relación entre los SMA aplicados en el predio (Tabla 10) y la Receptividad Tecnológica de las UNBIS (Tabla 3).

El Centro Agropecuario Paysandú tiene un Índice de Intensidad Tecnológica de 0,7, el cual muestra un uso eficiente del predio, especialmente en las UNES de producción lechera, de protección y los sistemas silvopastoriles, en los que se aplican SMA Avanzados. Las UNES de IT inadecuada, corresponden a los potreros del programa de ganado BON, las cuales se localizan en UNBIS de RT Baja a Muy baja en la parte alta del Centro (segundo piso) y manejados con tecnologías tradicionales.

Tabla 11. Categorías de intensidad tecnológica del Centro Agropecuario Paysandú, índices y áreas correspondientes. Medellín, Colombia.

Categoría de IT	Índice de IT	Área (ha)	Área (%)
Adecuada	1,00	99,24	69,10
Inadecuada	0,031	41,00	28,57

Índice de Intensidad Tecnológica del Centro Agropecuario Paysandú = 0,7

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

Caracterización y evaluación de los AE. La interacción de la Receptividad Tecnológica (RT) y la Intensidad Tecnológica (IT), generó 6 AE (AE) para el Centro Agropecuario Paysandú, los cuales se presentan en la Tabla 12 y en la Figura 9, y en donde se identifican las UNBIS donde están localizados los AE, su Receptividad Tecnológica, Intensidad Tecnológica, coberturas, usos y SMA asociados a ellos. En

el predio hay 3,6 ha sin manejo agrotecnológico, ya que no tienen un uso determinado, o porque corresponden a construcciones como: viviendas, ordeñaderos, etc.

Tabla 12. AE del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

No.	AE RT - IT	UNBI	Cobertura	Uso	Área	
					ha	%
1	Baja - Adecuada SMA Avanzado	355 (Cb)	Pradera Rastrojo bajo	Pecuario Protección	10,8	7,54
		388 (Cb)	Pradera Plantación forestal Rastrojo alto	Pecuario Silvopastoril Protección		
2	Baja - Inadecuada SMA Tradicional	355 (M)	Pradera	Pecuario	14,5	10,10
3	Muy baja - Adecuada SMA Avanzado	221 (M)	Pradera Rastrojo alto y bajo	Silvopastoril Protección	85,5	59,54
		224 (Cb)	Plantación forestal Pradera	Silvopastoril Pecuario		
		321 (M)	Rastrojo alto y bajo	Protección		
		421 (M)	Rastrojo alto	Protección		
		488 (Cb)	Pradera Pradera Rastrojo alto y bajo	Silvopastoril Pecuario Protección		
		559 (Cb)	Plantación forestal Pradera	Silvopastoril Pecuario		
		629 (Lm)	Rastrojo alto y bajo Plantación forestal Pradera	Protección Silvopastoril Pecuario		
4	Muy baja - Inadecuada SMA Tradicional	221 (M)	Pradera	Pecuario	19,50	13,62
		224 (M)				
		321 (M)				
		324 (M)				
		455 (M)				
		488 (M)				
		559 (M)				
629 (M)						
5	Restringida - Adecuada SMA Avanzado	255 (Cb)	Rastrojo alto	Protección	3,90	2,72
		288 (Cb)	Pradera Rastrojo alto	Pecuario Protección		
6	Restringida - Inadecuada SMA Tradicional	255 (M)	Pradera	Pecuario	7,30	4,85
		288 (M)	Pradera	Pecuario		

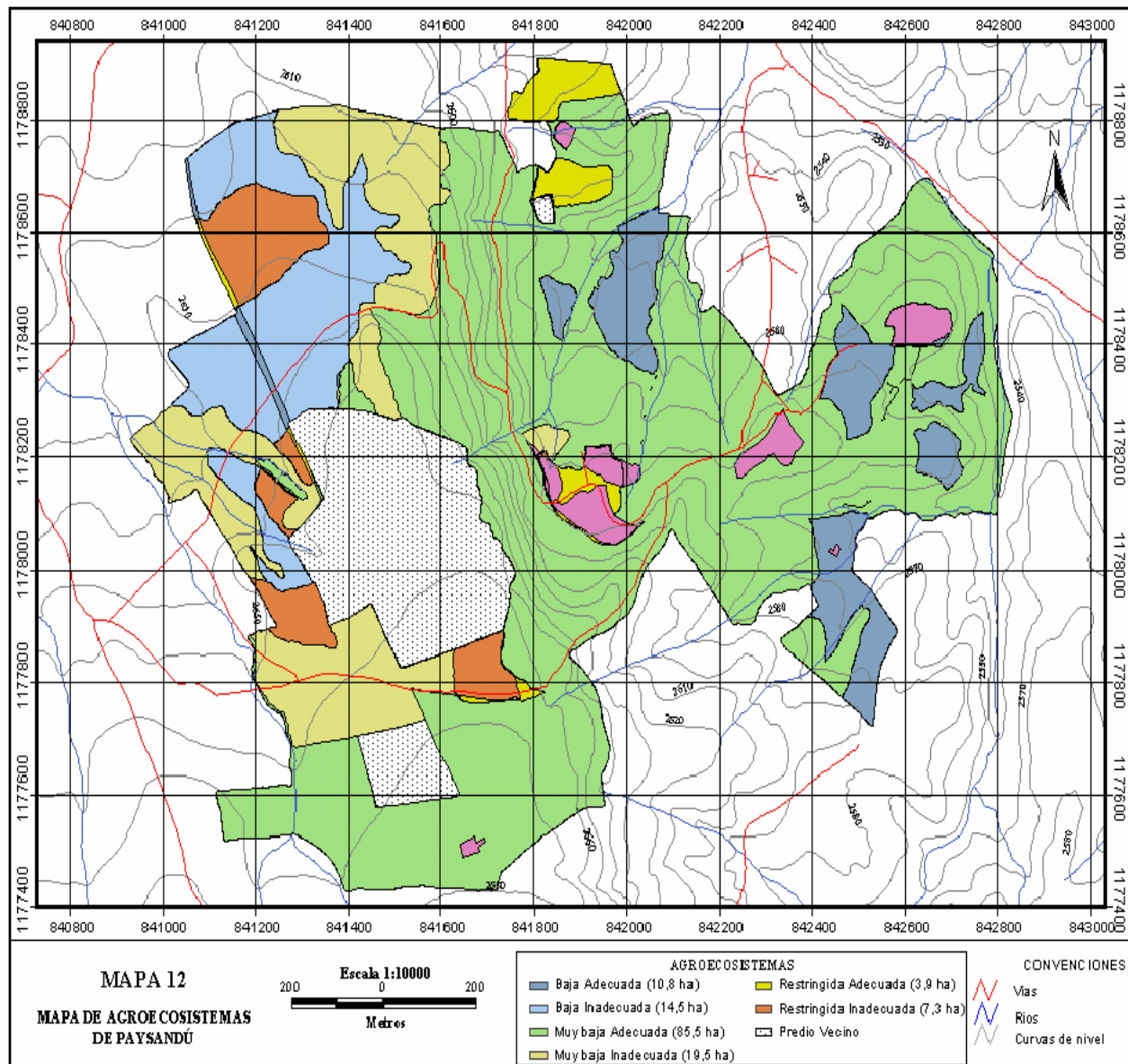


Figura 9. Mapa de AE del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

Todos los AE están limitados en su RT, debido a la ubicación del predio en la provincia de humedad “Húmeda”.

1. AE de RT Baja e IT Adecuada (10,8 ha; 7,54%). Localizados en la unidad geomorfológica Colinas Bajas (UNBIS 388 (Cb) y 355 (Cb)), sectores Toros, Medios, Chaquiro, Piscinas, San Nicolás y Roble. Su RT Baja se debe a las pendientes onduladas (7-12%), sus condiciones de suelo (textura, profundidad efectiva e hidromorfismo) son favorables. La IT Adecuada se da por el SMA Avanzado aplicado en las UNES de producción de leche, silvopastoriles y de protección; la condición de los pastos, rastrojos y sistemas silvopastoriles es buena, debido a las actividades de manejo adecuadas. Cuenta con la hidroestructura (bebederos) y tecnoestructura (cercos eléctricos y de alambre de púas) adecuadas para la

producción lechera, la investigación en sistemas silvopastoriles y el aislamiento eficiente de las áreas de protección.

2. AE de RT Baja e IT Inadecuada (14,5 ha; 10,1%). Localizadas en la unidad geomorfológica Meseta (UNBI 355 (M)), sectores Tulio, Malo, Raicero, Caleño, Guamo y Rufina). Su RT Baja se debe a las mismas causas del AE 1. La IT Inadecuada se debe al SMA Tradicional aplicado en los potreros para levante de ganado BON; los pastos están en mal estado, las actividades de manejo son mínimas. Cuenta con bebederos y cercos en buen estado y cumplen eficientemente con el uso asignado.

3. AE de RT Muy baja e IT Adecuada (85,5 ha; 59,5%). Localizados en las unidades geomorfológicas Colinas Bajas (UNBIS 224 (Cb), 488 (Cb) y 559 (Cb)), la unidad Ladera Meseta (UNBI 629 (Lm)) y en la Unidad Meseta (UNBIS 221 (M), 224 (M), 321 (M) y 421 (M)), en los sectores de la zona colinada, Nacimiento y Molino en la Meseta y toda el área de Ladera. Su RT muy baja, se debe a la presencia de hidromorfismo permanente superficial y estacional superficial en las UNBIS 221 (M), 321 (M), 421 (M) y 224 (M); y a las pendientes de fuertemente onduladas (12-25%) a escarpadas (>50%) en las demás UNBIS. La IT Adecuada se da por el SMA Avanzado aplicado en los potreros de producción lechera, de sistemas silvopastoriles y en las áreas de protección. La condición de los suelos, pastos y rastros en las áreas de protección y sistemas silvopastoriles es buena; sin embargo en algunos sectores con pendientes escarpadas (>50%)¹⁷ se observa erosión en terracetos.

Cuenta con la hidroestructura (bebederos) y tecnoestructura (cercos eléctricos y de alambre de púas) adecuadas para los usos establecidos.

4. AE de RT Muy baja e IT Inadecuada (19,5 ha; 13,62%). Localizados en la unidad geomorfológica Meseta (UNBI 221 (M), 224 (M), 321 (M), 324 (M), 455 (M), 488 (M)), sectores Malo, Raicero, Guamo, Rufina, Teresa, Laguna y Floro. Su RT muy baja se debe a la presencia de hidromorfismo permanente superficial y estacional superficial en las UNBIS 221 (M), 321 (M), 224 (M) y 324 (M); y las pendientes fuertemente onduladas (12-25%) en las demás UNBIS. La IT Inadecuada está dada por el SMA Tradicional aplicado en los potreros de ganado BON; la pradera de pasto kikuyo está en mal estado, por el alto porcentaje de malezas y al pisoteo del suelo por el ganado en condiciones muy húmedas.

5. AE de RT Restringida e IT Adecuada (3,9 ha; 2,7%);. Localizado en la Unidad geomorfológica Colinas Bajas (UNBIS 255 (Cb) y 288 (Cb)), sectores Tesoro y Turpial. La RT Restringida se da por las pendientes ligeramente onduladas (3-7%), las condiciones edáficas son favorables para el establecimiento de cualquier SMA. La IT Adecuada se da por el SMA Avanzado aplicado en los potreros de producción lechera. La condición de la del kikuyo y rastros en las áreas de protección y sistemas silvopastoriles es buena.

6. AE de RT Restringida e IT Inadecuada (7,3 ha; 4,8%). Localizado en la unidad geomorfológica Meseta (UNBI 255 (M)), sectores Tulio, Rufina y Laguna. La RT Restringida se da por las pendientes ligeramente onduladas (3-7%), las condiciones edáficas son favorables para el establecimiento de SMA Primitivos y Avanzados. La IT inadecuada se da por el SMA Tradicional aplicado en los potreros para el ganado Bon. La pradera de kikuyo está en mal estado, debido a las inadecuadas prácticas de manejo.

Análisis de los AE del Centro Agropecuario Paysandú. El espacio de análisis de los AE del Centro Agropecuario Paysandú (Figura 10), organiza los AE en 4 cuadrantes. En el cuadrante I se ubican los AE 1 y 3 (96,3 ha; 67%), con RT Baja y Muy Baja, respectivamente, manejados con tecnologías adecuadas mediante SMA Avanzado. En el cuadrante II están los AE 2 y 4 (34 ha; 23,6%) con RT Baja y Muy Baja, respectivamente, y bajo SMA tradicionales, que causan degradación del ecosistema. En el cuadrante III se

¹⁷ Estos sectores no fue posible mapearlos, no representativas en la escala de trabajo.

ubica el AE 5 (3,9 ha; 2,7%), con RT Restringida e IT Adecuada, manejado con un SMA Avanzado. En el cuadrante IV se ubica el AE 6 (7,3 ha; 4,8%), con RT Restringida y con IT Inadecuada, debido a su manejo con un SMA tradicional.

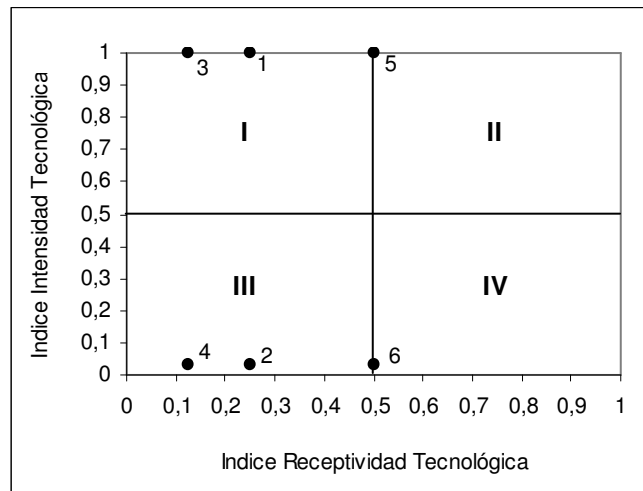


Figura 11. AE del Centro Agropecuario Paysandú. Medellín, Colombia.

CONCLUSIONES

Los resultados evidencian un buen manejo de las condiciones biofísicas limitantes en el 69% del área del Centro Agropecuario Paysandú para los propósitos establecidos, con tecnologías adecuadas y no degradantes del ecosistema. El principal determinante de las condiciones biofísicas limitantes (RT baja y muy baja) es la alta humedad ambiental.

Los AE con intensidad tecnológica inadecuada, aquellos en los que se aplican tecnologías inapropiadas para las condiciones biofísicas del ecosistema, deben ser prioritarios en futuros proyectos de planeación, manejo y gestión ambiental del Centro, los cuales corresponden al 28,6% del área total.

Las áreas de protección tienen alto potencial investigativo y paisajístico, sin embargo, estas áreas no han sido objeto de proyectos académicos ni científicos.

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, los cuales se hacen extensivos al Profesor Jorge Quijano Bernaly al Señor Neftali Ortiz Bedoya, Superintendente y Administrador, respectivamente, del Centro Agropecuario Paysandú por su colaboración durante el periodo de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. Bogotá D. C.: Banco Ganadero, 1994. 575 p.

CARDONA ZULETA, Clara Luz y HENAO TOBON, Fabio Andrés. Estudio de los problemas de drenaje en el Centro Paysandú. Medellín, 1988, 100 p. Trabajo de Grado (Ingenieros Agrícolas). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

GASTÓ, J.; COSIO, F y CANARIO, 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.

DE LOS RÍOS C., J.; y GALLEGO Z. A. Caracterización y evaluación de los agroecosistemas de los centros agropecuarios Cotové y Paysandú. Medellín, 2003. 85 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

ERDAS. Erdas field guide. 5 ed. Atlanta, Georgia: 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.

GASTÓ, J. Ecología: el hombre y la transformación de la naturaleza. Santiago, Chile: Editorial Universitaria, 1979. 254 p.

_____; COSIO, F. y PANARIO, D. Clasificación de ecoregiones 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*: Revista Terra México. 2001. 11 p. Disponible en Internet: <www.chapingo.mx/terra/contenido/20/2/art101-111.pdf>

HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA, 1982. 216 p.

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

PLOEG, J. D. V. D. Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. *En*: HANN, H. DE and VAN DER PLOEG, J.D., eds. Endogenous regional development in Europe: theory, method and practice: proceedings of the CERES/CAMAR Seminar, Universidade de Trason-Montes, Vila Real, Portugal, 1992. p. 1-27.

SOTO, M.; ARBELAEZ, A.; PEREZ, G. & RACINY, L. Levantamiento semidetallado de los suelos de la finca "Paysandú". Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1986. 120 p.

TRICART, J. Y KILIAN, J. 1982. La Ecogeografía y la ordenación del medio natural. Barcelona: Anagrama. 288 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Levantamiento topográfico del Centro Agropecuario Paysandú. Escala 1:2500. Medellín: Facultad de Minas. Laboratorio de Topografía, 1993.

_____. Plan de Manejo Ambiental: Centro de producción, docencia, investigación y proyección a la comunidad "Paysandú". Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín: La Universidad, 1996. 52 p.

URIBE G., C. y VÉLEZ V., L.D. Bases para un Proyecto de ecodesarrollo agrícola para Santa Elena. Medellín, 1987. 494 p. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

VÉLEZ V., 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.