

UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ANÁLISIS DEL USO DE LA TIERRA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE YCUAMANDYÚ, PARAGUAY ¹

Oscar Agustín Torres Figueredo ✉²

Pedro Roberto de Azambuja Madruga ³

Rudiney Soares Pereira ³

ABSTRACT

The objectives of this work constitute the elaboration and analysis of maps of land use for the planning of forest activities. Cartography, remote sensing and Geographic Information Systems GIS were used to facilitate the analysis of information coming from LANDSAT TM 5 images, topographical letters and GPS, allowed the processing of data in the program Idrisi 2.0 for making the maps that facilitates the analysis of land use. The predominant categories found were the high prairies or natural fields, agricultural used and low prairies, being the smallest forest covering 25%. The study concludes that the municipality presents enough areas that can be used for forest activities as forests reservations, reforestation and to manage forests remainders with the purpose of obtaining values of forest covering in balance with other categories of land use.

KEY WORDS: Geographic Information Systems, land use, satelital images .

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo constituyen la elaboración y el análisis del mapa del uso de la tierra para la planificación de actividades forestales, para los cuales se utilizaron técnicas de cartografía, teledetección y SIG, que posibilitaron el análisis de informaciones provenientes de imágenes satelitales LANDSAT TM 5, cartas topográficas y GPS, permitiendo el procesamiento de datos en el programa Idrisi 2.0 para confección de mapas para el análisis del uso de la tierra. Se distinguió que las categorías predominantes eran las praderas altas o campos naturales, uso agropecuario y praderas bajas o bañados, siendo la cobertura forestal menor al 25%. Se concluyó que el municipio presenta un porcentaje de áreas que pueden utilizarse para actividades forestales sea como reservas de bosques, reforestación y manejo de bosques remanentes con la finalidad de obtener valores de cobertura forestal en equilibrio con las demás categorías de uso de la tierra.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de Información Geográfica, uso de la tierra, imágenes satelitales.

¹ Parte de la tesis presentada al Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (Nível Mestrado) de la Universidade Federal de Santa Maria, (RS), Brasil.

² Ing. For., M. Sc., Docente -Investigador del Departamento de Producción Forestal de la FCA-UNA, Sede San Pedro.
E-mail: fca-sp@scc.cnc.una.py ✉ Autor para correspondencia.

³ Profesores, Doctores, Orientadores de la tesis. Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria (RS), Brasil. CEP 97-105-900.

INTRODUCCIÓN

Un gran problema mundial constituye hoy en día la rápida disminución de los recursos naturales. La pérdida de bosques, suelos, diversidad biológica y aguas, adquieren carácter dramático y desde el punto de vista ambiental presupone un obstáculo al desarrollo socioeconómico en general.

La poca o ninguna política de ordenamiento de las tierras ha provocado entre otros efectos, alteraciones significativas en el nivel de utilización y manejo de los sistemas de producción agrícola, pecuario y forestal, ocasionando consecuencias negativas sobre la socioeconomía. La inadecuada o desordenada ocupación de las tierras y la carencia de sistemas de manejo, favorecen los procesos que deterioran el suelo, cuyo reflejo es la disminución de la productividad y por consecuencia la calidad de vida de la población.

Las medidas de protección al medio, en equilibrio con las condiciones de vida de la población rural deberían ser las prioridades en las políticas de uso y ocupación de las tierras, empezando en el ámbito de colonias y distritos, extendiéndose para la región y así llegar a escala nacional para tener un efecto significativo.

En este contexto los municipios pueden contribuir significativamente para lograr un uso adecuado de las tierras. Un eficiente ordenamiento de los recursos naturales traerá beneficios a corto, mediano y largo plazo para todos los sectores de la producción. Para alcanzar este fin son necesarias las informaciones de base sobre las potencialidades de las tierras que se pueden obtener a través de los sistemas de información geográfica, herramientas muy importantes en los tiempos modernos. Con esto se consigue obtener valiosos recursos para una gestión, manejo y análisis de datos de un determinado lugar (ASSAD, 1998).

Para algunos autores como ROCHA (1991a ;1997), MORAIS (1997), (PIROLI (1999), la microcuenca hidrográfica representa la mejor unidad geográfica para la planificación integrada de los recursos naturales, por presentar una delimitación natural y no artificial. Sin embargo, el uso de una delimitación política de una determinada región también presenta sus ventajas desde el punto de vista de la ejecución de los proyectos, sean estos de conservación y/o de recuperación. Los mismos pueden ser más fácilmente implementados, cuando los mismos envuelven una única administración (ZANÓN, 2001).

En este sentido, el presente trabajo plantea con el apoyo de técnicas cartográficas, imágenes satelitales y de sistemas de información geográfica, el análisis de la ocupación y uso de la tierra de San Pedro de Ycuamandyyú, municipio del noroeste de la región oriental del Paraguay, para contribuir a su desarrollo sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

San Pedro de Ycuamandyyú es un municipio que se encuentra ubicado en el noroeste de la región oriental del Paraguay, entre las coordenadas geográficas de latitud sur 23° 35' y 24° 15' y de longitud oeste 57° 30' 57°15'. Posee una superficie de 314.693,03 ha y está a una distancia de 400 Km de la capital Asunción. Limita al norte con la ciudad de Belén, separada por el río Ypané. Al este con Tacuati, Nueva Germania y Lima separados por una línea imaginaria y los ríos Aguara mí y Aguaray guazú. Al sur limita con San Pablo y Puerto Antequera separados por otra línea imaginaria y el río Jejui guazú. Al oeste limita con Puerto Antequera y Poz Colorado del XV Departamento Presidente Hayes, éste último separado por el río Paraguay. El principal acceso a la ciudad es la Ruta N° XI Juana María de Lara que une Puerto Antequera con Santa Rosa del Aguara guazú, distrito del municipio de Nueva Germania. También se puede acceder al municipio por el camino que une Concepción con San Pablo. Otro acceso es por vía fluvial a través del río Paraguay y río Jejui guazú. Además de estas vías, el municipio cuenta con una pista de aviación.

Sobre los aspectos socioeconómicos del lugar según datos de la municipalidad, se puede mencionar que San Pedro está dividida en 40 compañías o distritos en la zona rural y en 9 barrios en la zona urbana. Los principales cultivos agrícolas son: algodón, naranjo, maíz, maní, mandioca, poroto, banana, caña de azúcar, sorgo, siendo últimamente el sésamo (*Sesamun* sp. Pedaliaceae) y la planta medicinal cedrón Paraguayo (*Lippia citrodora* - Verbenaceae) los productos de rentas más importantes. La ganadería es eminentemente ganado vacuno de corte y de leche, ganado equino producido en grandes establecimientos, ganado porcino y aviar en pequeña escala. La producción forestal se basa en la explotación de los bosques nativos remanentes del lugar para la obtención de madera bruta (rollos) destinados para aserraderos y carpinterías de la región; otros productos forestales son leña, carbón y yerba mate, producidos en pequeña escala como alternativas a la agricultura y comercializados en su mayoría solo en la zona.

Algunos datos derivados del Censo de Población y Viviendas de 1992, muestra que San Pedro tenía una población total de 28.940 habitantes, de los cuales 4.642 (16,04%) estaban en la zona urbana y 24.292 (83,96%) en el zona rural. La densidad demográfica era de 8,4 habitantes por Km² y la Población Económicamente Activa (PEA) de 8.275 habitantes distribuidos en 7.234 hombres y 1.041 mujeres (PARAGUAY, 1993).

Según datos de la Dirección de Hidrología y Meteorología, el clima del lugar dentro de la clasificación de Köppen es de tipo Cfa, subtropical húmedo, con temperatura media de máximas de 34,8 °C y mínimas de

10 °C. La temperatura media anual es 23 °C, siendo que la precipitación media anual de 1.350 mm. Los meses más lluviosos son abril, mayo y desde septiembre hasta diciembre; los meses más secos son junio, julio y agosto (UNA, 1995).

El mapeo de reconocimiento de las unidades de suelos de la región oriental del Paraguay, en escala de trabajo de 1/100.000, publicación de mapas en escala 1/500.000, siguiendo las normas de clasificación de suelos de *Soil Taxonomy*, LOPEZ GOROSTIAGA *et al.* (1995), determinaron las siguientes unidades: (A1) *Alfisol Typic Albaqualf*, (A7) *Alfisol Aquic Paleudalf*, (A12) *Alfisol Mollic Paleudalf*, (U10) *Ultisol Rhodic Paleudult*, (U11) *Ultisol Typic Paleudult*, (U16) *Ultisol Ochreptic Hapludult*, (E6) *Entisol Aquic Udifluvent* (E6) y (TMO)

Tierras Misceláneas.

En cuanto a la vegetación, UNA (1994), menciona que el departamento de San Pedro en 1991, tenía 460.317 ha de bosques nativos, representando 23 % de la superficie total del mismo. Esta cobertura forestal nativa se dividía en «bosques altos continuos», que son masas forestales de distribución continua, constituidas por árboles altos que emergen en un dosel dominante, con alturas entre 25 y 35 metros y con varias especies de alto valor comercial, y «bosques altos degradados», que son asociaciones forestales de composición florística similar a la anterior, pero muy deteriorada y sometida a una gran presión del uso agropecuario; las especies económicamente valiosas fueron prácticamente eliminadas, dominando árboles de 15 a 25 metros de altura. Los bosques altos continuos ocupaban 355.049 ha y la formación bosques altos degradados constituían 105.268 ha.

De acuerdo a LOPEZ *et al.* (1987), los bosques nativos albergan muchas especies de valor comercial tales como *Tabebuia ipe* (tajy), *Cedrela fissilis* (cedro), *Pelthophorum dubium* (yvyrá pytá), *Balfourodendron riedelianum* (guatambú), *Enterolobium contortisiliquum* (timbó), *Parapiptadenia rigida* (kurupa'y), *Astronium fraxinifolium* (urunde'y), *Pterogyne nitens* (yvyrá ró), entre otros.

En los bosques altos degradados las especies dominantes son de las familias Lauráceas, Mirtáceas y Meliáceas. Los bosques nativos son los más susceptibles a los cambios en el uso de la tierra, ya que explotada primeramente para la producción de madera para aserraderos y posteriormente habilitada para la producción agrícola y/o pecuaria (UNA, 1995).

Además de estas formaciones vegetales el departamento posee formaciones naturales de gramíneas, denominadas «praderas altas», localizadas generalmente en lugares de topografía alta, por encima de los niveles de máxima inundación. Otras formaciones naturales de interés y con grandes áreas dentro del departamento

son las «praderas bajas», con vegetación localizadas en lugares de topografía plana y/o valles afectados por las aguas de inundación durante ciertas épocas del año. Los suelos de estos lugares tiene el nivel freático superficial y de lento drenaje. En algunas áreas los suelos pueden estar afectados, de manera casi permanente por las aguas de inundación; en este caso son denominadas «praderas bajas inundadas», sucediéndose principalmente en las proximidades de los ríos Paraguay y Jejui guazú (UNA, 1994).

Los materiales utilizados en el estudio fueron Cartas topográficas de nomenclatura 5474 Concepción, 5574 Tacuati, 5473 Yvapobo, 5573 Nueva Germania, 5472 San Pedro de Ycuamandyyú y 5572 General Elizardo Aquino en escala 1/100.000 como base para georeferenciar la imagen orbital y digitalización de las curvas de nivel, de la red de drenaje y la red vial. Imágenes de Satélite del sistema LANDSAT — TM 5, órbita / punto 226/76 y 226/77 en las bandas 3, 4, 5, de 3 de marzo de 1997. Computadora Pentium III 600 MHz. utilizados fueron *Idrisi for Windows 2.0* para el procesamiento de las imágenes. Para la obtención de archivos vectoriales de curvas de nivel, red de drenaje, red vial y polígono máscara del municipio, fue utilizado el SITER 6.0 (*Sistemas de Informações Territoriais*) de la Universidade Federal de Santa Maria (Brasil). Adobe Photoshop 5.5 se utilizó para la unión de las imágenes de los puntos / orbitas, separación en bandas e indexado de las imágenes citadas. La edición final de los diferentes mapas para el municipio se realizó en el Programa CorelDraw 9.0. Para la construcción de tablas, gráficos y textos fueron utilizados los Programas *Excell* y *Word* 2000. Para el trabajo de *Ground Control Point* (CGP) o Puntos de Control en el Terreno fue utilizado un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) *Magelin* 2000. Como es un trabajo de análisis geográficos, se siguió la metodología mencionada por ZANÓN, (2001) la cual está basado en las siguientes etapas:

- La primera etapa consiste en el nivel compilatorio, en la cual se colecta materiales para la realización del estudio propuesto, así como su selección, llevando en consideración su valor y su significación con relación al tema abordado.
- En la segunda etapa del trabajo o nivel correlativo, se ejecutó la correlación entre los datos anteriormente seleccionados. Esta correlación constituye los cruzamientos de los diferentes planos de información generando nuevos elementos de análisis.
- En la tercera etapa o nivel semántico, se realizó la interpretación de los datos obtenidos en la fase anterior. Con base a esta interpretación se generan los resultados finales del trabajo y las respectivas conclusiones.
- En la cuarta y última etapa del trabajo, denominado normativo, se procedió a la confección de mapas fi-

nales, con el objetivo de traducir de forma más sencilla y visual los resultados de los procesos anteriormente llevados a cabo.

Determinado el área de estudio fue necesario obtener las imágenes orbitales del sistema LANDSAT – TM 5 que recubriese el municipio. Teniendo las imágenes se procedió a la unión de los puntos / orbitas 226/76 y 226/77 así como el corte de los cuadrantes de interés para obtener una nueva imagen. Posteriormente a esta imagen se insertó las bandas 3, 4 y 5 en los canales B, G, R. En el Idrisi 2.0 se seleccionó el área de interés a través de la visualización en la pantalla y se definió las coordenadas que abarcaba el municipio.

Los archivos vectoriales referentes al límite del municipio, red de drenaje y red vial fueron digitalizados en pantalla sobre las cartas topográficas en escala 1:100.000. Esto se efectuó a través de Programa SITER 6.0, que posteriormente fueron convertidos en formato VEC para ser importados para Idrisi 2.0 en el mismo sistema de coordenadas de la imagen.

Se realizó el proceso de georeferenciado de las imágenes para la cual fueron determinadas las coordenadas de puntos homólogos en las cartas topográficas y su correspondiente en la imagen falso color. Los puntos usados en este procedimiento pueden ser observados en el Cuadro 1.

Después se procedió a la delimitación del municipio de San Pedro de Ycuamandyyú, derivada de la digitalización en el SITER y exportadas a Idrisi para la correspondiente generación de la imagen. Fueron definidas 7 diferentes categorías de uso: Bosques, Praderas altas (campos naturales), Praderas bajas, (Baños), Uso Agropecuario, Suelo expuesto, Agua y una clase especial para representación del área urbana del municipio. La identificación de las clases fue efectuada a través de una preclasificación visual de la imagen en la pantalla de la computadora.

Para el trabajo de CGP fue utilizado un GPS de navegación *Magelin* 2000, consistiendo en la colecta de coordenadas en un área conocida y representativa del uso de la tierra del municipio, las cuales sirvieron de base para la obtención del mapa de uso de la tierra a través de los módulos operativos para clasificación supervisada por máxima similitud de los píxeles, proceso conocido como clasificación digital supervisada en el Idrisi 2.0. de clasificación del uso de la tierra a de la imagen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Composición falso color y Carta Imagen

El primer resultado del procesamiento de las imágenes es la obtención de una imagen composición falso color donde se asocia las bandas 3, 4 y 5 del sistema

LANDSAT TM 5. Es muy utilizada para las rutinas de clasificación y levantamientos de uso de la tierra por hecho de que presenta los padrones de colores próximos a los que el ojo humano está acostumbrado a observar normalmente. Presentó una buena diferenciación entre los diferentes usos del municipio de San Pedro de Ycuamandyyú. En la composición falso color se asocia el color azul a la banda 3, por tanto el agua y otras clases de uso que posean humedad tuvieron un mayor reflectancia asociado al color azul. La banda 4 se asoció al color verde, y por tanto todo tipo de vegetación demostró una mayor reflectancia en los tonos verdes. La banda 5 asociado al rojo presenta colores en tonalidades rojas, debido a que el suelo y otras clases de uso de la tierra presentaron mayor reflectancia en esta tonalidad.

Cuadro 1. Lista de las coordenadas utilizadas para georeferenciar la imagen.

Coordenada X Antigua	Coordenada Y Antigua	Coordenada X Nueva (UTM)	Coordenada Y Nueva (UTM)
2776.978	1227.131	528869.5	7354048
741.2493	2566.823	473917.7	7403522
1684.913	420.827	491600.0	7335100
2736.46	1790.787	530213.1	7370882
378.1272	1834.589	459351.8	7383608
1672.391	344.5276	490804.4	7332848
105.0353	2473.794	454465.5	7403579
818.0917	2169.565	474342.9	7391425
2522.231	642.5258	518432.9	7338068
2821.737	1191.346	530603.0	7352079
2441.911	1219.196	518780.4	7355441
708.0596	2486.449	472616.4	7401547
1737.431	1936.437	501239.7	7380046
2377.45	620.2997	513877.5	7337598
2057.538	870.4559	505513.0	7347011

La asociación de imágenes con las informaciones referentes a la red de drenaje, red vial, localidades y coordenadas es llamada «Carta Imagen» pues hay una asociación de los elementos comunes de las cartas topográficas con imágenes, en el caso del satélite LANDSAT 5 TM. La Figura 1 muestra la composición falso color en la Carta Imagen del municipio.

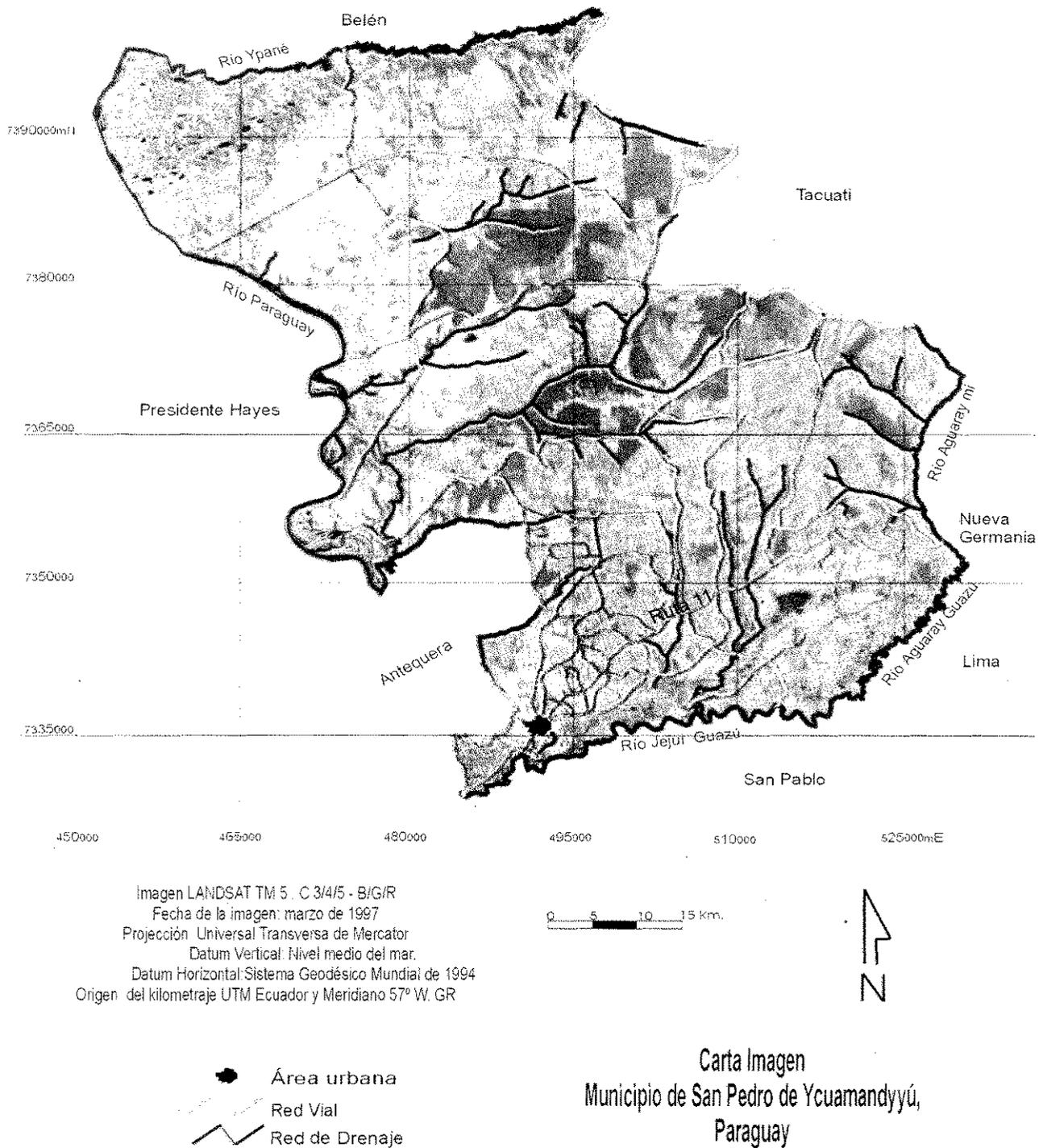


FIGURA 1. Imagen LANDSAT TM5, 1997, composición falso color 3,4,5, Municipio de San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay.

3.2 Uso de la tierra

La Figura y el Cuadro presentan la clasificación del uso de la tierra con sus siete (7) categorías de uso, las cuales son: Bosques, Praderas altas (campos naturales), Praderas bajas (Bañados), Agropecuario, Suelo expuesto Agua y Área urbana.

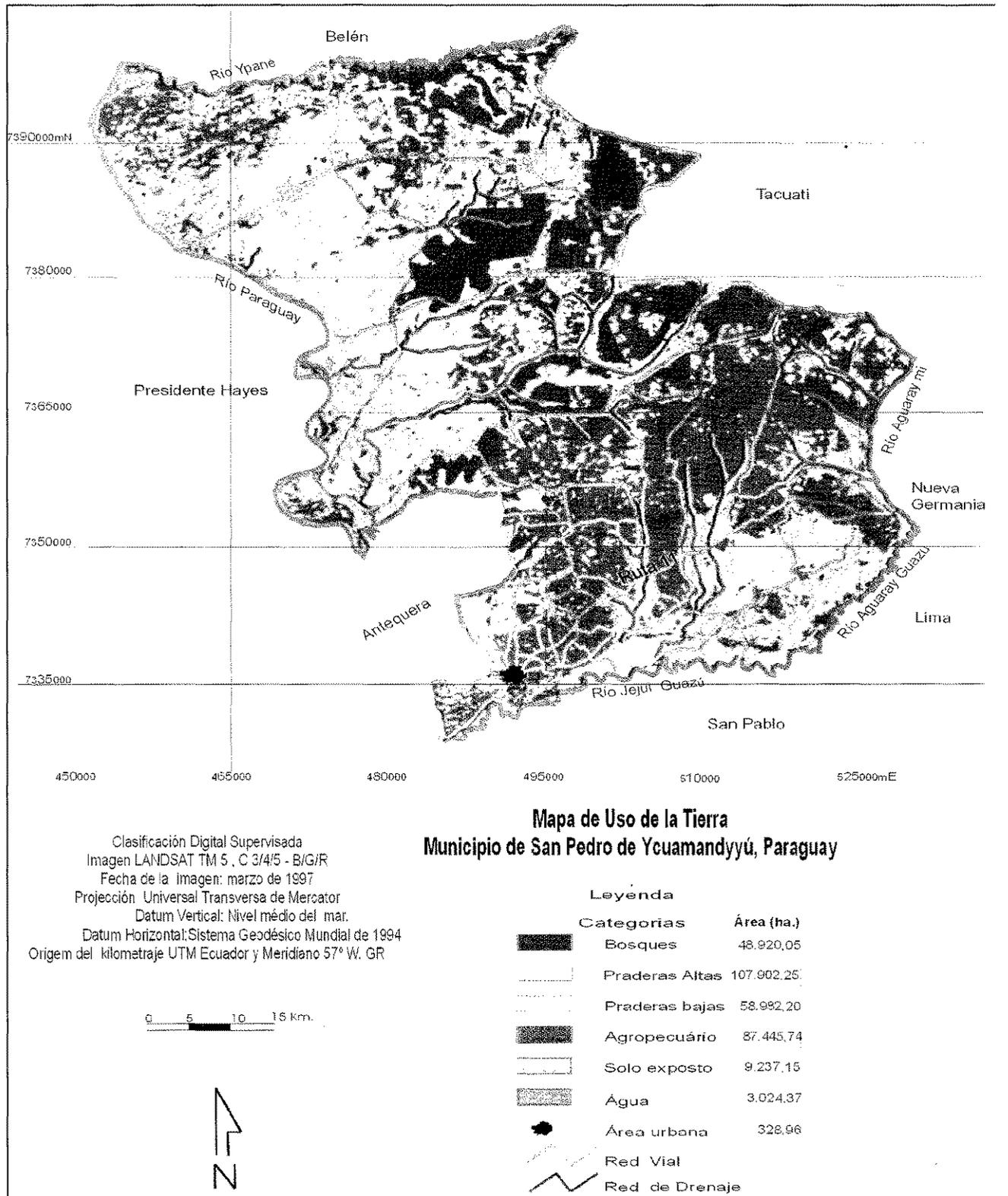


FIGURA 2: Mapa del Uso de la Tierra, clasificación digital supervisada, Municipio de San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay.

Cuadro 2. Áreas ocupadas y participación de cada categoría de Uso de la tierra, en el municipio de San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay.

Categorías de Uso	Área (ha)	Área (%)
Bosques	48.015,94	15,26
Praderas Altas	111.195,84	35,34
Praderas Bajas	54.140,98	17,20
Agropecuario	93.796,09	29,81
Suelo expuesto	4.312,51	1,37
Agua	2.902,72	0,92
Área urbana	328,96	0,10
TOTAL	314.693,03	100,00

Analizando las categorías de Uso de la Tierra en un área total de 314.693,03 ha., se tiene que las clases dominantes de la misma son las Praderas Altas o campos naturales (35,34%), uso Agropecuario (29,81%); las Praderas Bajas (17,20%), y Bosques (15,26%). Las otras categorías de uso que ocupan menor proporción son suelo expuesto (1,37%), agua (0,92%) y área urbana (0,1%). Este se puede explicar porque el municipio presenta una tendencia de explotación agrícola y ganadera en áreas ocupadas anteriormente por bosques y/o campos naturales y por una relación con los tipos de suelos del lugar.

Espacialmente según la Figura 2, las praderas altas se localizan más próximas al río Paraguay, mientras que las praderas bajas se localizan más próximas al río Jejui guazú, Aguaray guazú y en el centro del municipio, categorías que menciona también UNA, 1995.

La categoría de uso Agropecuario de acuerdo a la Figura 2, se extiende por todo el municipio, localizándose en extensiones más próximas al centro urbano y a la ruta XI. El sistema de producción de esta categoría de uso es generalmente en minifundios con cultivos agrícolas de subsistencia (agricultura familiar) como poroto, maíz, maní, mandioca, caña de azúcar, batata, entre otros. Los cultivos comerciales generalmente son algodón, banana, tabaco, naranjo, yerba mate y algunas superficies con sésamo y Sedrón Paraguay, comercializados dentro del municipio. La producción pecuaria es eminentemente la cría de ganado vacuno, equino y en menor proporción ganado porcino y aviar, siendo estos últimos rubros de producción generalmente familiar.

La categoría de uso Bosques con 48.015,94 ha, representa 15,26% del total del municipio. De acuerdo a la Figura 2, se localiza más al centro y norte del munic-

pio. Esto se debería particularmente porque en esta parte la frontera agropecuaria todavía no ha ejercido una presión considerable y porque las propiedades rurales son generalmente latifundios. La explotación de madera nativa del municipio es efectuada en las grandes propiedades, nuevas colonias agrícolas habilitadas en los últimos años, así como en algunos bosques de los minifundios. Se caracteriza generalmente por el aprovechamiento de pocas especies y la falta de un plan de manejo regulador de los mismos. La oferta de madera de valor comercial está quedando cada vez más escasa, necesitando planes de manejo para poder conservar las pocas áreas de bosques nativos. La formación boscosa localizada próximos al río Ypané y su confluencia con el río Paraguay son del tipo bosques alto degradados y/o del tipo ribereño citados por UNA (1994). Desde el punto de vista de la producción de madera no posee gran importancia; sin embargo es interesante desde el punto de vista de refugios ecológicos para la vida silvestre. Cabe destacar que esta área ha sido incluido como sitio RAMSAR en la lista de humedales de importancia internacional, bajo la denominación de «Estero Milagros». Son formaciones únicas en el país comprendiendo pequeñas lagunas, pastizales naturales, bosques bajos, sabanas arboladas y pequeños esteros, muy importantes para las aves migratorias y animales asociados a los ambientes acuáticos.

ROCHA (1991 y 1997), determina que según las normas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y el Desarrollo (FAO) sobre cobertura forestal, el área mínima que debería tener una microcuenca hidrográfica es 25% de su área total, para conseguir un ambiente ecológicamente equilibrado. Este porcentaje debería estar principalmente ubicado en las regiones más altas de la microcuenca (coronas). La ley forestal 422/73 de Paraguay también prevé este porcentaje para las propiedades rurales mayores de 25 ha.

Este parámetro es interesante y aplicable según el mismo autor para unidades políticas como el municipio en estudio y como el mismo solo posee 15,26%, un área de 31.469,303 ha (10% del total de la superficie), sería de prioridad para reforestación con el objetivo de alcanzar el mínimo especificado por FAO.

Todavía BURGOS SOSA (1994) estudiando las tierras de la región oriental de Paraguay define como «tierras de uso exclusivamente forestal» aquellas que presentan limitaciones de grado elevado y en forma permanente, representando una alta fragilidad, por lo que resultan inadecuados para otros usos que no sean forestal. Comenta que entre las características de estas tierras son suelos ribereños de lagos, lagunas, pantanos, arroyos y ríos con influencia de la napa freática, pendiente menores de 2%, con deficiencia de aireación todo el año y con frecuente riesgo de inundación, características descritas también por LOPEZ GOROSTIAGA *et al.* (1995) sobre algunas unidades de suelos de la zona.

Según el Cuadro 2, la categoría de uso Suelo expuesto con 4.312,51 ha, (1,37% del total del municipio) pertenece a áreas en preparación para labores agropecuarias. La categoría Agua con 2.902,72 ha, constituye 0,92% del total del área en estudio representado por lagunas, arroyos y ríos que están distribuidas por todo el municipio conforme Figura 2. El aprovechamiento de los mismos es para recreación, pesca y de refugios de gran importancia a la vida silvestre del lugar. La categoría de uso Área urbana, con 328,96 ha (0,10% del municipio), es la representación del centro de las actividades socioeconómicas, situándose en él todas las instituciones sociales de importancia de la vida cotidiana del municipio.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, se puede afirmar que el municipio posee gran potencial de áreas que pueden ser destinadas para las actividades forestales, sean como reservas de bosques en las propiedades de latifundios y en lugares con humedales, manejo de los bosques remanentes en los minifundios a través de enriquecimiento con especies nativas y la reforestación con especies nativas o exóticas de rápido crecimiento adaptadas a la zona, tanto en las praderas altas como en los de uso agropecuario, para poder conseguir alcanzar el mínimo de cobertura forestal requerido por FAO.

CONCLUSIONES

El uso de técnicas de cartografía asociadas a la teledetección y geoprocésamiento, mostraron ser eficientes en la obtención de mapas digitales que pueden ser manipulados con facilidad y rapidez. El uso de la tierra en el municipio de San Pedro de Ycuamandiyú esta constituido básicamente por las praderas altas, uso agropecuario y las praderas bajas, siendo que las otras categorías de uso presentan valores menores al 2% del municipio. La cobertura forestal es de 48.015,94 ha, (15,26% del total del municipio), siendo este valor menor de las exigencias de la FAO. Para alcanzar el 25% de cobertura forestal para el municipio, se podría priorizar programas de manejo de los bosques que todavía se encuentran en el municipio, así como destinar superficies de praderas altas y uso agropecuario del lugar para reforestaciones con especies nativas o exóticas. En general, todo el municipio posee potencial para la producción forestal más todavía que cuenta con los ríos Paraguay y Jejuí guazú como alternativas de transporte de productos para los grandes centros de consumo del país y del MERCOSUR.

LITERATURA CITADA

COSTA, F. A. Da. 2000. Aplicação de geoprocessamento na análise e modelagem ambiental da microbacia Arroio Passo do pilão: Estudo de adequação de uso da terra relacionada aos sistemas agrícolas. Santa Maria. 90p. Disertación (Maestría) - Universidade Federal de Santa Maria.

ASSAD, M.L.L. 1998. Sistemas de Informações Geográficas na avaliação da aptidão agrícola de terras. In: ASSAD, E.D. & SANO, E.E. Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na agricultura. 2 ed. Brasília: EMBRAPA-SP EMBRAPA-CPAC. p. 171-196.

BURGOS SOSA, S. M. 1994. Definición de tierra exclusivamente forestales de la región oriental del Paraguay. *Ka'aguy*, (10)1: 8-9.

LÓPEZ GOROSTIAGA, O.; GONZALEZ, E.; MOLINAS, O. et al. 1995. Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental. Asunción: MAGSSERNMA - BID. Escala 1/500.000.

LOPEZ, J.A., LITTLE, E.L.; RITZ, G. et al. 1987. Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyrá ma'kuera. Asunción: Cuerpo de Paz. 425p. (colección e intercambio de información).

MORAIS, S.M. de J.. 1997. Diagnósticos quantitativos mínimos de ambiência para o manejo integrado da sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena Município de Santa Maria - RS. Santa Maria. 135p. Disertación (Maestría) - Universidade Federal de Santa Maria.

PARAGUAY. 1993. Atlas Censal. Asunción: Secretaría Técnica de Planificación - Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos. 145p.

PIROLI, E.L. 1999. Sistema de Informação Geográfica e imagem de satélite para análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio - Santa Maria. Santa Maria. 77p. Disertación (Maestría) - Universidade Federal de Santa Maria.

ROCHA, J. S. M. da. 1997. Manual de projetos ambientais. Santa Maria: Imprensa universitária. 718p.

_____. 1991. Manual de manejo integrado de bacia hidrográficas. 2 ed. Santa Maria: Ed. de la UFSM. 76p.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN (UNA). 1994. Uso de la tierra y deforestación en la región oriental del Paraguay Período 1984-1991. Asunción, UNA. 31p.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN (UNA). 1995. Atlas ambiental de la región oriental del Paraguay. Asunción: UNA. 20p. v. 2.

ZANON, P.C.F. 2001. Geoprocessamento aplicado a planejamento e análise do uso da terra no município de Ivorá - RS. Santa Maria. 156p. Disertación (Maestría) - Universidade Federal de Santa Maria.