

Informe de país Paraguay

Resumen

Los sistemas de información geográfica se iniciaron en la Dirección General de Planificación, del Ministerio de Agricultura y Ganadería en mayo del 2000, como una necesidad del Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra. Con el objeto de evaluar la metodología de sistemas de información de recursos de tierra, SIRT, se eligió un área piloto de 59 072 hectáreas comprendida por los distritos de Natalio y Yatytay del departamento de Itapúa. La zona es plana a ondulada, recibe alta precipitación, es boscosa pero en ella ha ocurrido un importante avance de la frontera agrícola, siendo actualmete una de las más productivas en agricultura. Se cuenta con información cartográfica semi-detallada al 1:50 000 y datos de recursos naturales, agrícolas y socioeconómicos. Utilizando una escala mayor, 1:500 000, se analizó toda la región oriental del país la cual tiene 15 982 700 hectáreas, lo que representa el 39 por ciento del territorio nacional, y alberga el 97 por ciento de la población.

Se convirtió las curvas de nivel en una cobertura continua e igualmente las isoyetas de precipitación mensual y anual así como las isolíneas de temperaturas máximas y mínimas de meses extremos. Utilizando datos complementarios se calculó información derivada como evapotranspiración y duración del período de crecimiento. Los datos agrícolas fueron producción agropecuaria, uso y tenencia de la tierra, tamaño y cantidad de las explotaciones, maquinarias, equipos e infraestructura y asistencia técnica. Los económicos y sociales fueron población total, por sexo, edades y zona de residencia, población económicamente activa, nivel de educación, acceso a servicios básicos, niveles de pobreza, infraestructura, empleo y desempleo, entidades crediticias y de ahorro y organizaciones sociales.

Se realizó el cruce de la información con los polígonos generados en cada cobertura suelo, clima, socioeconomía, obteniéndose una sola base de datos de la que surgieron aproximadamente 12 000 unidades básicas o celdas agroecológicas con combinaciones únicas de fisiografía, suelo y características climáticas.

Francisco Ibarra, Coordinador Técnico
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Paraguay

Para la evaluación de tierras con el sistema ALES se seleccionaron los tipos de uso de la tierra, TUT, se definieron y seleccionaron los atributos o características por importancia e influencia en la productividad, en la seguridad alimentaria y en el incremento de las exportaciones y se establecieron los requerimientos de los mismos. De la confrontación entre los atributos de la tierra y requerimientos para el uso de la tierra RUT surgieron los resultados cualitativos, la aptitud relativa de cada área para ese uso. Se determinaron cuatro niveles de aptitud: el sumamente apto, el moderadamente apto, el marginalmente apto y el no apto. Fueron establecidos para diez TUT a nivel regional y para ocho TUT en el área piloto.

Con la información así sistematizada se definió las zonas agroecológicas o unidades cartográficas de recursos de tierra que tienen un rango específico de limitaciones y potencialidades para su utilización.

Se construyeron muchos mapas temáticos de gran utilidad, tanto para la zonificación como para otros usos, como los de precipitación total anual, de precipitación media mensual y media anual, de temperatura del período de crecimiento de octubre a marzo y de julio a marzo, de temperatura media anual, del período libre de heladas en días, de temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales, de evapotranspiración de referencia, de la duración del período de crecimiento, mapa topográfico, actualización del mapa de suelos de la región oriental, mapas temáticos socioeconómicos complementados con datos de producción actualizados.

Otras dependencias del Ministerio de Agricultura y Ganadería utilizan también sistemas de información geográfica. El Servicio Forestal Nacional, con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón está realizando el Estudio de Desarrollo sobre el Plan de Reforestación en la Región Oriental; la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias elabora mapas temáticos utilizando datos obtenidos por el censo o por encuestas; el Proyecto Alto Paraná Itapúa Norte utiliza los sistemas para la elaboración de los planes de manejo de microcuencas, mapas de reconocimiento, mapa base, ubicación de beneficiarios del Fondo de Conservación de los Recursos Naturales, mapas con malla fundiaria para apoyo del levantamiento censal, mapa de uso actual de la tierra, mapa de capacidad de uso de tierra y mapa de dinámica ambiental, apoyo cartográfico y base de datos georeferenciada para el área de recursos manejados San Rafael, apoyo cartográfico en la asistencia técnica a municipios del área del proyecto, por ejemplo, en la zonificación por microcuencas; la Dirección Nacional de Coordinación y Administración de Proyectos en la localización geográfica de las unidades territoriales de intervención, UTI, en la región oriental; el Instituto Agronómico Nacional, a través de su Departamento de Meteorología elabora mapas de isotermas e isoyetas para estimaciones de precipitación y temperaturas; el Centro Regional de Investigación Agraria ubicado en el Distrito de Capitán Miranda departamento de Itapúa utiliza también un sistema de información geográfica.

Con la herramienta que constituye el sistema de información de recursos de tierras y el personal capacitado para utilizarla ha sido mejorada notablemente la capacidad institucional para la promoción del uso racional de los recursos naturales, la formulación de políticas que contribuyan a la racionalización del uso de la tierra y de desarrollo rural sostenible.

GENERALIDADES

Aspectos generales del país

La República del Paraguay cuenta con una superficie de 406 752 km² y posee una población aproximada de 5 775 000 habitantes. El río Paraguay, que corre de norte a sur, divide al país en dos regiones ecológicamente bien diferenciadas.

- ? La Región Occidental o Chaco, con una superficie de 246 925 km² que representa el 61% del territorio nacional y tiene apenas el 3% de la población total.

- ? La Región Oriental, posee una superficie de 159 827 km², lo que representa el 39% del territorio nacional y concentra el 97% de la población. Se trata de una región de ubicación mediterránea, sin montañas, en donde los picos más elevados no sobrepasan los 800 metros de altura sobre el nivel del mar. El relieve general es plano u ondulado. Esta región tiene un clima subtropical. La precipitación media anual oscila entre 1 300 y 1 900 mm y la temperatura media mensual entre 17°C y 27°C, aunque las medias mínimas anuales alcanzan los 17°C y las medias máximas anuales llegan a los 30°C. En los meses de verano se llega a superar los 40°C y en los meses de invierno hay heladas muy severas, con temperaturas hasta de -3,5°C. En esta región se realiza prácticamente toda la agricultura y la mayor parte de la ganadería del país.

Generalidades del sector

El Paraguay es un país agrodependiente, caracterizado por sustentarse en un modelo de desarrollo agropecuario agroexportador. La soja y el algodón constituyen alrededor del 65% de las exportaciones.

La expansión de la frontera agrícola y ganadera se ha venido realizando a expensas del bosque nativo. La aplicación de sistemas tradicionales de producción agropecuaria apoyados por instrumentos de servicio estatal (crédito, asistencia técnica y otros) han incentivado el uso y manejo poco sustentable de los recursos naturales renovables, específicamente sin valorar la capacidad y la aptitud de los recursos naturales y sin el uso de tecnología adecuada. Estos son algunos de los aspectos que deben ser tenidos en cuenta en la planificación de las actividades productivas del sector, de manera a encarar sistemas que tiendan a la producción sustentable, y que debe ser acompañado por los demás sectores de la economía nacional.

Por otro lado, el proyecto GCP/RLA/126/JPN Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible, en este contexto viene a cubrir un aspecto de relevante importancia en la planificación de las actividades agrarias, pasando a dotar de los elementos técnicos y criterios necesarios para una planificación eficiente.

En el presente documento se describe la metodología y los resultados de la implementación del proyecto, tanto a nivel regional del país como en el área piloto. Se espera que los resultados sean útiles en los aspectos relacionados a la planificación y formulación de acciones a ser implementadas en las actividades productivas, al ofrecer información que orienta hacia actividades que se ajusten a las capacidades de uso y al

potencial productivo de los ambientes a ser intervenidos. Además, facilita el monitoreo de los impactos, de manera que se puede verificar si el uso del suelo y de otros recursos naturales está siendo llevado a cabo dentro de un enfoque de desarrollo sustentable.

En resumen, el proyecto ha contribuido notablemente a mejorar la capacidad del país para promover un uso racional de los recursos, y deja sentadas las condiciones para encarar un desarrollo agrícola y rural sostenibles.

SISTEMA DE INFORMACION DEL USO DE LA TIERRA

Antecedentes

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, es el responsable de la formulación y aplicación de la política relacionada con el sector agropecuario del país, así como el cumplimiento de las leyes y normas en el ámbito de su competencia. La Ley N° 81/92 establece la estructura orgánica y funcional del MAG. Para el efecto actualmente está organizado con dos Viceministerios: el de Agricultura y el de Ganadería. El Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, que anteriormente constituía el tercer Viceministerio, ha pasado a constituir la Secretaría del Ambiente a partir de agosto del año 2000 en que fuera creada dicha institución.

La Coordinación del Proyecto Información Sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible estuvo a cargo de la Dirección General de Planificación del MAG, que para la implementación de la misma ha coordinado las acciones tanto en el ámbito institucional como interinstitucional. En ella se ha contado con el apoyo invaluable del Servicio Nacional de Catastro repartición del Ministerio de Hacienda, MH, y la Dirección Nacional de Meteorología, que han hecho posible la implementación del proyecto en el nivel de actualización de información con que actualmente cuenta.

En el ámbito institucional, se ha contado con el aporte de la Dirección de Investigación Agrícola, DIA, responsable del proyecto en la fase de la segunda carta de acuerdo con la FAO, y asimismo de la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias.

El proyecto se ha sustentado en la necesidad de un desarrollo de sistemas de información para facilitar el proceso de planificación de la actividad agrícola y del uso sostenible de los recursos naturales, a nivel regional y nacional. Hasta el inicio del proyecto, no se contaba a nivel nacional con datos digitales georeferenciados, idóneos para facilitar una planificación de las actividades de manera a ajustarlos a los modos de producción sostenible. Las caracterizaciones agroecológicas o zonas agroecológicas, no contaban con determinaciones realizadas con base a criterios técnicos de aptitud, sino a criterios mas bien geográficos.

Area piloto para el sistema de información geográfica

El sistema de información geográfica se inició en la Dirección General de Planificación del MAG, en el mes de mayo del 2000, como una necesidad del Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra PRUT, ejecutado por diferentes organismos gubernamentales paraguayos: el Ministerio de Hacienda, el Servicio Nacional de

Catastro y el MAG. El PRUT tuvo financiamiento del Banco Mundial y el apoyo de la FAO a través del proyecto GCP/RLA/126/JPN.

Con el objeto de evaluar la metodología se eligió como área piloto los distritos de Natalio y Yatyty del departamento de Itapúa. Estos distritos fueron escogidos como escenarios y tipos de uso de la tierra, representativos de la región oriental.

El Departamento de Itapúa se encuentra al sudeste de la región oriental entre los paralelos 26° 6' y 27° 30' de latitud Sur y los meridianos 54° 20' y 56° 45' de longitud Oeste. Tiene una superficie de 16 525 km², una población total de 377 536 habitantes, de los cuales 110 640 personas son la población urbana y 266 896 habitantes la población rural.

Es una zona con topografía ondulada cuya altitud varía entre los 70 y 500 metros sobre el nivel del mar. Es la región más lluviosa del país, ya que recibe entre 1 800 y 2 000 mm de precipitación por año. Los meses más lluviosos se presentan en primavera-verano y los más secos en otoño-invierno. Es por lo tanto rica en recursos hídricos. Dentro del área se encuentran las presas hidroeléctricas Itaipú y Yacyretá, que tienen una influencia muy fuerte sobre la región.

La vegetación es boscosa, pero este departamento fue, con Alto Paraná y Canindeyú, uno de los que sufrieron mayor impacto por la expansión de la frontera agrícola. Actualmente, en cuanto a su producción agrícola, es considerado el granero del país. Gran parte de la producción de soja, trigo y arroz (primer productor del país), se concentra en este departamento. Otros rubros importantes son el girasol, maíz, naranja dulce, yerba mate, ajo, algodón, mandioca, menta, etc. El uso del suelo se orienta a la rotación soja - trigo en siembra directa junto con el arroz en áreas inundables. Otra característica importante es el predominio de la agricultura mecanizada y tecnificada. La ganadería es un rubro importante, pero no tiene la relevancia de otras regiones.

Los porcentajes de población urbana y rural, así como los porcentajes de ocupación de la población en los sectores económicos primarios, secundarios y terciarios de los distritos Natalio y Yatyty, del departamento de Itapúa, se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Superficie y población en el área piloto

Distrito	Natalio	Yatyty
Superficie (ha)	40 078	18 994
Población urbana (habitantes)	2 456	2 502
Población rural (habitantes)	17 342	8 386
Población en el sector primario (%)	88	93
Población en el sector secundario (%)	3	3
Población en el sector terciario (%)	9	5
Población dedicada a la agricultura (%)	87	92

El área piloto seleccionada cuenta con suelos clasificados como ultisoles y alfisoles, es una zona caracterizada por la alta productividad agrícola con rubros de exportación, como así también de pequeños productores dedicados a rubros de autoconsumo, frutales y algodón.

CUADRO 2 Uso de la tierra en las explotaciones agropecuarias en el área piloto

Distritos	Natalio	Yatyty
Cantidad de explotaciones con cultivos	2 094	1 552
Superficie cultivos permanentes (ha)	1 758	732
Superficie cultivos temporales (ha)	23 744	11 088
Superficie con planes forestales (ha)	3 608	2 149
Superficie forrajera cultivada (ha)	3 069	1 870
Superficie pastura natural (ha)	3 407	908
Cantidad de explotaciones con ganado	2 704	1 557
Cantidad de explotaciones con lechera	1 153	636
Cantidad de explotaciones con vacunos	1 851	963
Cantidad de vacunos	12 680	7 156

Objetivos

El principal objetivo fue definir el marco conceptual y estratégico y establecer un sistema de información para el recurso tierra, SIRT, que contenga las informaciones biofísicas y socioeconómicas del sector agropecuario y forestal para la región oriental del Paraguay.

Objetivos específicos:

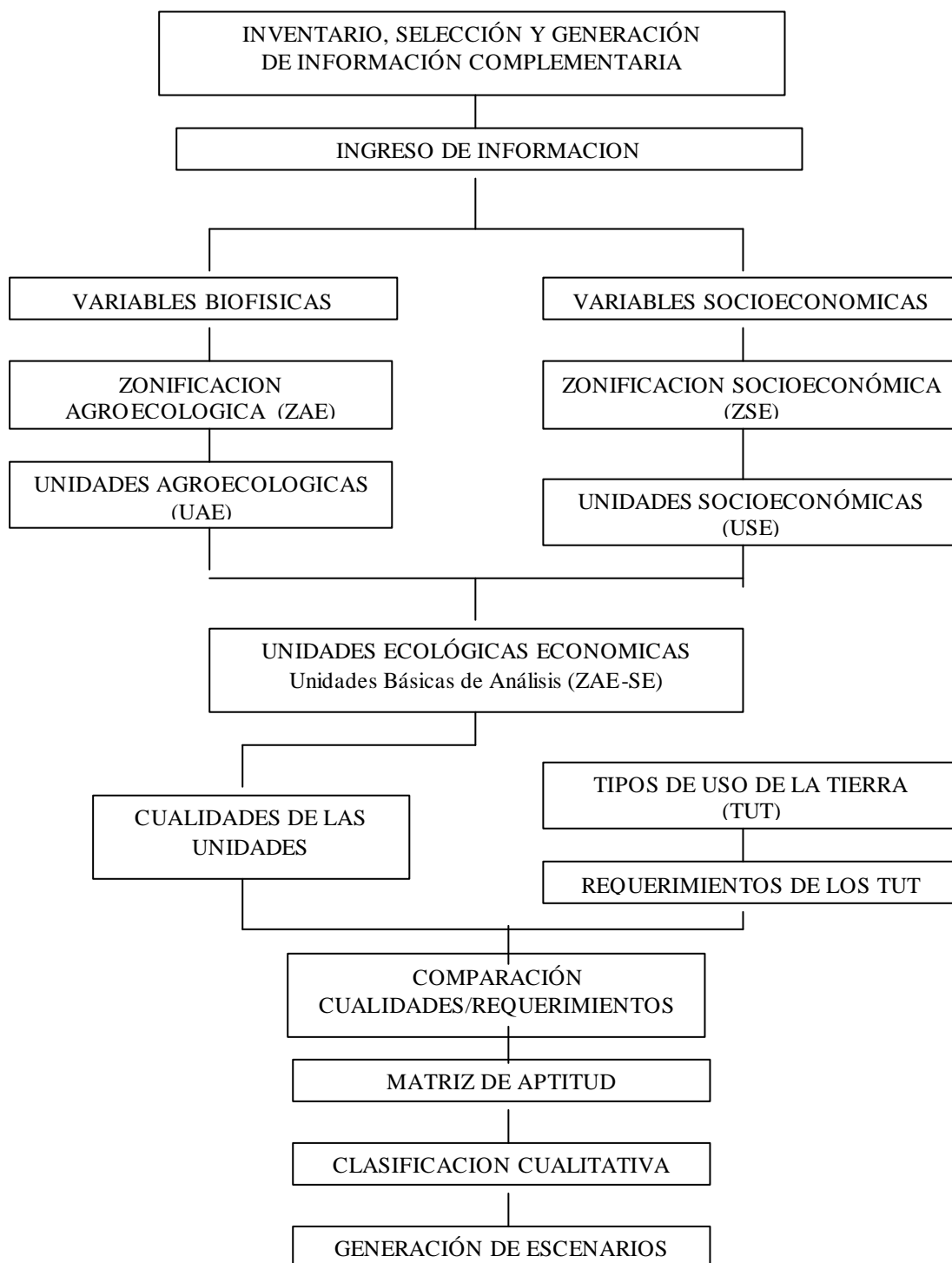
- ? Establecer el SIRT en un área piloto de la región oriental del país y, en base a la información recopilada durante la ejecución de la primera carta de acuerdo entre el Proyecto y el MAG.
- ? Adecuar y aplicar en el área piloto las metodologías de evaluación y monitoreo de degradación de tierras proporcionadas por el proyecto.
- ? Preparar y capacitar al personal de la institución receptora para formular, implementar y dar seguimiento a un proyecto destinado a establecer el SIRT, financiado por el Programa de Racionalización del Uso de la Tierra, PRUT,.
- ? Capacitar a especialistas temáticos, planificadores y tomadores de decisiones en el desarrollo de un SIRT para la evaluación y optimización de uso de tierra y monitoreo de degradación de suelo.
- ? Enriquecimiento, complementación y actualización de la base de datos del SIRT logrado con el trabajo basado en la primera carta de acuerdo con la FAO, a través de la Caracterización de Zonas Agroecológicas de la región oriental del país.

Metodología

La metodología adoptada siguió las recomendaciones de la Guía Metodológica para la elaboración de un sistema de información de recursos de tierra, SIRT, propuesta por la FAO, como se muestra en la Figura 1.

FIGURA 1

Proceso de elaboración del SIRT para múltiples aplicaciones



Primeramente se procedió a la selección de información existente y generación de datos necesarios para la caracterización del área de estudio. Entre otras, la generación del mapa digital de suelos de la región oriental del Paraguay, selección y digitalización de datos climáticos, investigaciones acerca de la adaptación de cultivos e información socioeconómica.

Como resultado los polígonos del mapa de suelos atributados con sus características biofísicas, y después con datos socioeconómicos, conformaron una base de datos adecuada a la metodología citada. A través de esta atribución se definieron las unidades de análisis, las unidades ecológicas económicas, teniendo de base a los polígonos de suelo.

Definidas las unidades de análisis se procedió a la aplicación de la evaluación de tierras. Se seleccionaron los tipos de uso de la tierra, TUT, para evaluar con criterios de seguridad alimentaria e incremento de las exportaciones, y se establecieron los requerimientos de los mismos.

Se definieron y seleccionaron también los atributos o características y cualidades de la tierra por importancia e influencia en la productividad de los tipos de uso de la tierra seleccionados.

De la confrontación entre los atributos de la tierra y requerimientos de los TUT surgieron los resultados cualitativos, niveles de aptitud de cada unidad de análisis para cada TUT y resultados cuantitativos que acompañan la evaluación biofísica.

Cabe señalar que esta metodología se aplicó también en el área piloto, a un nivel de detalle mayor - semi detallado 1:50 000 - en el cual además se realizó la generación de escenarios.

Caracterización de zonas agroecológicas

Para la caracterización de zonas agroecológicas, ZAE, de la región oriental de Paraguay se utilizó como guía el documento de trabajo “Evaluación de Tierras con Metodología ZAE” propuesto por la FAO.

Las unidades básicas de la ZAE de la región oriental del Paraguay, fueron caracterizadas utilizándose como insumo la base de datos generada en la primera aplicación de la metodología de evaluación de tierras antes mencionada, que fueron complementadas y actualizadas con informaciones digitales provistas por instituciones oficiales. Así, para la caracterización fisiográfica, fueron utilizadas curvas de nivel cada 10 metros, complementadas con datos climáticos provistos por estaciones oficiales que cuentan con registros que datan de aproximadamente treinta años.

Las curvas de nivel fueron procesadas para crear una cobertura continua y en tres dimensiones a fin de conocer los posibles efectos de la topografía sobre las demás variables biofísicas y contar con mayor detalle de información.

La información climática de precipitación mensual y anual así como temperaturas máximas y mínimas de meses extremos presentada en isolíneas, se convirtieron en coberturas continuas. A partir de éstas y con datos diarios de precipitación y

temperatura, por el método de Thornwaite, se calculó información derivada como la evapotranspiración y la duración del período de crecimiento.

Posteriormente, con los polígonos generados en cada cobertura (suelo, clima, socioeconomía), se realizó el cruce de la información, obteniéndose una sola base de datos de la que surgieron aproximadamente 12 000 unidades básicas o celdas agroecológicas.

Estas celdas fueron homogeneizadas o agrupadas bajo el criterio de la duración del periodo de crecimiento, pudiendo utilizarse otros criterios técnicos para lo mismo. Así se definieron las zonas agroecológicas de la región oriental del Paraguay.

Desarrollo del sistema de información del recurso tierra

Establecimiento del SIRT

El sistema de información del recurso tierra, SIRT, está formado por un conjunto de informaciones ordenadas en bases de datos integrales y relacionadas con componentes de apoyo para la manipulación, análisis y modelamiento con el objeto de generar soluciones a problemas específicos relacionados con la asignación de espacios para el uso de la tierra.

El SIRT se compone de tres procesos principales: a) ingreso de datos y consulta, b) procesamiento y c) salida de la información. La estructura central del sistema está formado por el procesamiento, para el cual se utilizan los programas de los denominados sistemas de información geográfica Arc View y Arc Info de la firma ESRI y el sistema denominado ALES como principal herramienta de evaluación de tierras. El "Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras", ALES por sus siglas en inglés, fue desarrollado por el Departamento de Suelos de la Universidad de Cornell, Ithaca, Estado de Nueva York, EEUU. Se presenta a continuación las principales actividades y resultados del estudio.

Corrección y Adecuación de las Informaciones Biofísicas y Socioeconómicas

La información básica de suelos utilizada corresponde al levantamiento de suelos de la región oriental, escala 1:500 000, publicado por el MAG-Banco Mundial en 1995 dentro de los resultados del PRUT. Esa información estaba disponible en formato digital en la Dirección General de Planificación del MAG, pues fue una de las actividades realizadas en Paraguay en el marco del Proyecto GCP/RLA/126/JPN.

Al obtenerse de distintas fuentes datos de perfiles adicionales, se introdujeron 115 perfiles más al citado mapa con su correspondiente base de datos. Asimismo, se revisaron y ajustaron los polígonos que conforman las unidades cartográficas de suelos, aumentando su número de 502 a 805 polígonos en el nuevo mapa base, lo cual generó un producto muy mejorado de la cartografía inicialmente disponible en formato digital.

La base de datos para el SIRT comprende información biofísica e información socioeconómica. Dentro de la información biofísica se relevaron datos edáficos y datos climáticos; dentro de la información socioeconómica se relevaron datos agronómicos, datos económicos y datos sociales.

La base de datos de suelos para la región oriental cuenta con informaciones cuantitativas y cualitativas referentes a datos espaciales y alfanuméricos.

Con relación a los datos espaciales, se prepararon dos coberturas. La cobertura de suelos y unidades cartográficas, donde las unidades cartográficas contenidas en el mapa de suelos fueron identificadas con números que van de 1 a 805, correspondiendo así un identificador numérico para cada unidad cartográfica delineada.

Con relación a los datos alfanuméricos o tabulares ingresados en la base de datos, éstos han sido confeccionados principalmente sobre la base de las informaciones de las unidades cartográficas expresadas en el mapa de reconocimiento, como las informaciones del sitio de las observaciones, extraídas de los datos de perfiles, y las resultantes de las descripciones morfológicas a nivel de campo y los datos analíticos resultantes de los perfiles de suelo.

Los datos alfanuméricos comprenden las siguientes informaciones:

- ? localización de la observación,
- ? coordenadas geográficas,
- ? n° de cartas y código del perfil,
- ? profundidad efectiva del suelo,
- ? informaciones de las unidades cartográficas sobre tipo de suelo a nivel de subgrupo taxonómico,
- ? textura de la sección de control,
- ? paisaje,
- ? material de origen,
- ? relieve,
- ? drenaje,
- ? pedregosidad y/o rocosidad,
- ? informaciones morfológicas: estructura de suelo y consistencia,
- ? informaciones físicas: granulometría, tenores de limo y arcilla,
- ? informaciones químicas: capacidad de intercambio catiónico (CIC), saturación de bases, bases intercambiables, pH en agua, materia orgánica, y carbono orgánico.

Cada unidad cartográfica delineada ha sido atributada con sus respectivas informaciones de carácter físico, químico y morfológico, como asimismo las informaciones del sitio de perfil que la caracteriza.

Esta actividad se ha realizado superponiendo la cobertura de perfiles de suelo sobre la cobertura de unidades cartográficas. A cada unidad cartográfica se le ha asignado el identificador del perfil que la caracteriza.

A diferencia de las informaciones para el área regional, para el área piloto (distritos de Natalio y Yatyty, departamento de Itapúa), tal como se mencionó anteriormente, se utilizaron informaciones de suelos a nivel semi-detallado, en formato digital, publicadas a escala 1:50 000 por el MAG-BM dentro de las actividades del PRUT. Debido al nivel de detalle, tanto la cantidad como la calidad, las informaciones del área piloto superan a las informaciones disponibles para el nivel regional. La metodología correspondiente a la adecuación de las informaciones es similar a la utilizada para la región oriental.

Las informaciones climáticas, juntamente con las informaciones edáficas, definen las unidades agroecológicas. A efectos de caracterizar el comportamiento climático lo más aproximado posible, se solicitaron informaciones a la Sección de Agrometeorología

del Instituto Agronómico Nacional (Dirección de Investigación Agropecuaria/MAG) de Caacupé, y a la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), generando mapas climáticos diferentes.

La preparación de la base de datos socioeconómica para el SIRT exigió primeramente la identificación del tipo de información necesaria para los planificadores. Seguidamente se realizó un inventario de las fuentes de información agronómica, social y económica existentes en el país. Una vez identificada la oferta de información y los criterios que guiarían la demanda, se estableció una lista de datos a ser colectados:

- ? Agrícolas: producción agropecuaria, uso y tenencia de la tierra, tamaño y cantidad de las explotaciones, maquinarias, equipos e infraestructura y asistencia técnica.
- ? Económicos y Sociales: población total, por sexo, edades y zona de residencia; población económicamente activa; nivel de educación; acceso a servicios básicos; niveles de pobreza; infraestructura, empleo y desempleo; entidades crediticias y de ahorro y organizaciones sociales.

Generación de mapas temáticos

El mapa de precipitación total anual es importante porque da una idea de la disponibilidad de agua y de su distribución geográfica.

El mapa de temperatura del período de crecimiento de octubre a marzo corresponde a la temperatura media mensual de esos meses. Se utilizó para algunos cultivos que se desarrollan en esa época, como soja y algodón. El mapa de temperatura del período de crecimiento de julio a marzo se utilizó para algunos cultivos que se desarrollan en esa época, como maíz.

El mapa de temperatura media anual se utilizó para cultivos perennes, principalmente caña de azúcar, banano, naranjo, mandioca, etc.

El mapa del período libre de heladas, en días, fue utilizado para algunos cultivos sensibles a las heladas, como banano y naranjo.

Mapas de precipitación media mensual, y media anual: generados con datos del registro de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, con 30 años de observaciones diarias.

Mapas de temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales: a partir de datos de la Dirección de Meteorología e Hidrología, DMH, con 30 años de observaciones diarias.

Mapa de evapotranspiración de referencia, calculada por el método de Thornwaite, lo que fue posible debido a la disponibilidad de información.

Mapa de la duración del período de crecimiento: generado a partir de los datos actualizados obtenidos de la DMH.

Mapa topográfico: generado a partir de curvas de nivel de cada 10 m, y convertibles a cobertura en tres dimensiones.

Actualización del mapa de suelos de la región oriental: a partir de datos generados en UTF, han sido agregados y actualizados con datos proveídos por el Servicio Nacional de Catastro, llevando de 805 polígonos a 4 000 polígonos con que cuenta actualmente el mapa de suelos actualizados del SIRT.

Los mapas temáticos socioeconómicos fueron generados a partir de datos del Censo Agropecuario Nacional de 1992 con ámbitos departamental y distrital provistos por la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias del MAG, complementados con datos productivos actualizados.

Caracterización de zonas agroecológicas

Una zona agroecológica es una unidad cartográfica de recursos de tierra, definida en términos de clima, fisiografía y suelos y que tiene un rango específico de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras.

Una celda agroecológica es una combinación única de fisiografía, suelo y características climáticas. Es la unidad básica de referencia para el análisis físico en estudios de ZAE.

Siguiendo estas definiciones se procedió a la adecuación, generación y recolección de información necesaria para que, a través del cruce de las mismas, caracterizar unidades básicas a fin de que, posteriormente, ellas puedan ser materia prima agrupable de acuerdo a distintos criterios técnicos definidos por los objetivos de los planificadores.

Como resultado se cuenta con coberturas climáticas de medias mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración y duración del periodo de crecimiento - con sus respectivas mallas (llamadas grillas) para la región oriental del país, todas atribuidas a sus polígonos de suelo respectivos, acompañados de curvas de nivel o cobertura continua de topografía, (en 3 dimensiones), y de coberturas de datos socioeconómicos actualizados.

Toda esta información contenida en la base de datos resultantes puede ser utilizada para la obtención de aplicaciones avanzadas.

Evaluación de tierras

En el sistema ALES el evaluador confronta áreas de tierra (en el presente caso polígonos) con usos de la tierra, conocidos como TUT, dando como resultado la aptitud relativa de cada área para ese uso. Los TUT se definen en función a un conjunto de requerimientos de uso de la tierra, RUT, que indican las condiciones que debe presentar la tierra para la implementación sostenida de su correspondiente tipo de uso. Por otro lado, las unidades de tierra se definen por un conjunto de atributos sencillos llamados características de la tierra, que se agrupan en niveles de cualidad de la tierra.

El evaluador, al usar ALES, confronta la demanda de los TUT expresada por los RUT, y el sistema calcula los niveles de cualidad de la tierra relevantes de la base de datos donde se encuentran las características de la tierra.

El resultado es primeramente una evaluación física, que de acuerdo al esquema de la FAO se divide en dos ordenes de aptitud (A y N), y cinco clases de aptitud (A1, A2, A3, N1 y N2) expresando el grado de sostenibilidad que se puede esperar si ese TUT es

implantado en esa unidad de tierra. Luego son evaluadas económicamente todas las clases con excepción de la N2, que es reservada para tierras físicamente no aptas. Por lo tanto, no se pueden efectuar evaluaciones económicas hasta tanto hayan terminado de evaluarse en sus aspectos biofísicos.

Para la caracterización (selección) de los TUT se tuvieron en cuenta los lineamientos de política del MAG, resumidos en el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de la población y el aumento de las exportaciones. Con estas directrices se confeccionó un listado de rubros agrícolas cultivados en el país que respondieran a esos lineamientos. Posteriormente se los calificó en base a una serie de parámetros: Participación en las exportaciones en los últimos cinco años, valor FOB de dichos rubros, área de siembra y experiencia local en la producción del mencionado renglón agrícola, viabilidad económica y ambiental de su producción, importancia del producto en la dieta alimentaria local, tradición y componente cultural de su producción, así como disponibilidad de información agrícola.

Una o más características definen una cualidad de uso de la tierra. Se han considerado las siguientes cualidades de uso de la tierra: riesgo climático, riesgo de erosión, condiciones de enraizamiento y posibilidades de mecanización (mecanizabilidad).

Las características respectivas de uso de la tierra consideradas son las siguientes:

- ? *Para el factor climático:* duración del período de crecimiento, temperatura media del ciclo de crecimiento, período libre de heladas.
- ? *Para el riesgo de erosión:* profundidad efectiva del suelo, textura de la sección de control, paisaje, declividad.
- ? *Para las condiciones de enraizamiento:* profundidad efectiva del suelo, condiciones de drenaje, condiciones de fertilidad, paisaje, textura de la sección de control.
- ? *Para las condiciones que facilitan la mecanización:* tenor de arcilla superficial, pedregosidad y/o rocosidad.

En función de estas cualidades y características se elaboraron los requerimientos de uso de la tierra bajo cuatro niveles de aptitud: sumamente apto, moderadamente apto, marginalmente apto, no apto.

Como resultado se cuenta con mapas de evaluación de tierras. En la región oriental, se construyeron los árboles de decisión de diez tipos de utilización de tierras, fueron validados dos tipos de usos, que son el TUT soja mecanizada siembra directa y el TUT algodón convencional.

En el área piloto fueron evaluados y validados 8 tipos de utilización de la tierra que son: soja siembra directa, algodón siembra directa, algodón convencional, yerba mate mecanizada, naranja dulce, trigo siembra directa, mandioca y maíz convencional.

Además se realizó la práctica de generación de escenarios en el área piloto, presuponiendo una campaña de encalado para elevación del pH en los dos distritos, obteniéndose los mapas correspondientes.

Información adicional sobre actividades afines

En la Dirección General de Planificación

El Sistema de Información Geográfica de la Dirección General de Planificación del MAG ha realizado una serie de otros trabajos afines:

? *Uso actual de la tierra en el distrito de Tavaí del departamento de Caazapá.*

El mapa y los datos de uso actual de la tierra del distrito de Tavaí, en el departamento de Caazapá, fueron elaborados por la Dirección General de Planificación del MAG para el Proyecto de Desarrollo Rural del Departamento de Caazapá. El estudio consiste en el manejo de informaciones georreferenciadas, principalmente en imágenes satelitales Landsat ETM con 15m de resolución espacial, del 8 y 17 enero de 2002, procesadas digitalmente utilizando programas específicos tales como ArcView 3.2, ArcInfo NT 8.01 y Erdas 8.3.

CUADRO 3 Superficies del distrito de Tavaí según el uso de la tierra

Tipo de uso de la tierra	Superficie (ha)	Porcentaje del Distrito
Bosque continuo	31 357,8	23,0
Bosque en galería	1 296,5	1,0
Bosque residual	10 976,4	8,1
Campo alto	15 833,4	11,6
Campo bajo	3 944,0	2,9
Uso agrícola mecanizado	50744,3	37,3
Uso agrícola no mecanizado	22 015,8	16,1
TOTAL	136 168,2	100,0

? *Cobertura boscosa del departamento de Caazapá.*

Consiste en el manejo de informaciones georeferenciadas en imágenes satelitales Landsat ETM 15m de resolución espacial del 8 y 17 de enero 2002. El estudio tiene por objetivo obtener las informaciones de cobertura de la masa boscosa mediante la cuantificación de la misma. Se diferenciaron en total 3 categorías de bosques.

CUADRO 4 Tipos de cobertura boscosa en el departamento de Caazapá

Tipo de cobertura boscosa	Superficie (ha)	Porcentaje del distrito
Bosques continuos	31 912,81	48,52
Bosques residuales	89 565,57	39,18
Bosques en galerías	28 717,49	12,30
TOTAL	229 195,87	100,00

- ? *Actualización y corrección de red caminera*
Elaborado en formato digital, Datum WGS84, de los departamentos de Cordillera, Caazapá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Central, Alto Paraná.
- ? *Verificación y corrección de la red hidrológica,*
Elaborado en formato digital, Datum WGS84, de los departamentos de Cordillera, Caazapá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Central, Alto Paraná.
- ? *Unificación de las curvas de nivel para la región oriental*
A escala 1:50 000, con proyección UTM Datum True Astro. Concluidos en los departamentos Cordillera, Caazapá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Central y Alto Paraná.
- ? *Capacitación a funcionarios de la Gobernación del Departamento de Cordillera.*
- ? *Difusión y socialización de lo implementado en el proyecto regional de FAO*
Resultados del proyecto GCP/RLA/126/JPN “Información sobre tierras y aguas para un desarrollo agrícola sostenible”, a través de las gobernaciones, entidades públicas y empresas privadas que solicitan de dicha información.
- ? *Mapas temáticos para la Dirección General de Planificación*
Se han generado mapas temáticos útiles en el trabajo de planificación de políticas del Ministerio de Agricultura. Por ejemplo se elaboraron los mapas de ubicación de agencias de extensión agraria del MAG en la región oriental del Paraguay, de agencias de crédito agrícola, de sucursales del BNF, ubicación de proyectos, mapas de producción de cultivos, de rendimientos y otros.
- ? *Otras actividades previstas*
En el Proyecto de Desarrollo Rural del Departamento de Caazapá, de la GTZ, está en proceso la realización de estudios de suelos a nivel semidetallado para implementar el SIRT como en el área piloto. Igualmente se encuentra en etapa de negociación el Proyecto Akarapúa de la Unión Europea que abarca el Departamento de Caaguazú.

El Ministerio de Agricultura y Ganaderia cuenta con otras dependencias que utilizan sistemas de información geográfica:

Dirección del Servicio Forestal Nacional (SFN)
 Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias (DCEA)
 Dirección Nacional de Coordinación y Administración de Proyectos (DINCAP)
 Dirección de Investigación Agrícola (DIA)
 Proyecto Alto Paraná Itapúa Norte

Servicio Forestal Nacional

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República del Paraguay, el Gobierno del Japón decidió realizar el Estudio de Desarrollo sobre el Plan de Reforestación en la Región Oriental y encomendó el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). JICA envió, entre abril de 2000 y febrero de 2002, a la República del Paraguay, un equipo de estudio de la Japan Forest Technology Association. En el estudio se utilizó imágenes de satélite de año 1999 para la confección de mapas y se

determinaron en ellos el uso actual de la tierra, la distribución de los bosques mayores a 156 ha y se confeccionó un mapa para la promoción de la reforestación.

Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias

Esta dependencia, también cuenta con un sistema de información geográfica, para la elaboración de mapas temáticos utilizando datos obtenidos por encuestas o por el mismo censo. El censo piloto elaborado en el 2001 suministró una base actualizada de la situación agropecuaria del país, y con estos elaboran mapas temáticos. También cuentan con una cartografía a nivel de todo el país.

Proyecto Alto Paraná Itapúa Norte

Se utilizó sistemas de información geográfica en las siguientes áreas:

- ? Apoyo cartográfico y análisis espacial de variables georeferenciadas de datos censales procesados en base de datos, para la elaboración de los planes de manejo de microcuencas.
- ? Preparación de mapas de reconocimiento, mapa base, ubicación de beneficiarios del Fondo de Conservación de los Recursos Naturales, mapas con malla fundiaria para apoyo del levantamiento censal, mapa de uso actual de la tierra, mapa de capacidad de uso de tierra y mapa de dinámica ambiental.
- ? Apoyo cartográfico y base de datos georeferenciada para el área de recursos manejados San Rafael.
- ? Apoyo cartográfico en la asistencia técnica a municipios del área del proyecto, por ejemplo, en la zonificación por microcuencas.

Dirección Nacional de Coordinación y Administración De Proyectos

Bajo la coordinación de esta Dirección se elaboraron varios proyectos. Uno de ellos es el Programa de Apoyo al Desarrollo de Pequeñas Fincas Algodoneras (Prodesal), que cuenta con fondos del préstamo BID 1109/OC-PR. A través de este proyecto se instaló un sistema de información geográfica para el estudio de los trabajos elaborados por el Departamento de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, que consiste específicamente en la localización geográfica de las unidades territoriales de Intervención ,UTI, en la región oriental.

Dirección de Investigación Agrícola

El Instituto Agronómico Nacional (IAN), a través de su Departamento de Meteorología cuenta con un sistema de información geográfica. Una de las tareas que desempeña es la de localizar las estaciones meteorológicas georeferenciadas y a través de los datos suministrados por éstas elaborar mapas de isotermas e isoyetas para estimaciones de precipitación y temperaturas. Además, el Centro Regional de Investigación Agraria, CRIA, ubicado en el Distrito de Capitán Miranda departamento de Itapúa, cuenta con un sistema de información geográfica.

CONCLUSIONES

Al finalizar el proyecto se puede aseverar que queda en funcionamiento en el país una herramienta con la base de datos mas completa y actualizada acerca de los recursos naturales, socioeconómicos, y productivos en el ámbito nacional. Esta herramienta está adecuada a una metodología y con recursos humanos capacitados, utilizables para la planificación y el monitoreo de las actividades agropecuarias, que permitirá una gestión de la producción agraria que tienda al desarrollo sustentable.

La base de datos puede ser actualizada sistemáticamente de manera a constituirse en una herramienta útil permanente, a través de la coordinación de actividades con los diferentes proyectos que vayan siendo implementados por el MAG, en las que además de su utilidad en la planificación y el monitoreo, podrá ir actualizando sus datos.

La herramienta podrá ser difundida y puesta en condiciones de disponibilidad a los gobiernos departamentales, en una medida tendiente a la descentralización, buscando fortalecer cada vez más a la participación efectiva de la comunidad y la contribución de los actores de la sociedad en las diferentes fases de los proyectos implementados en sus diferentes comunidades.

Ha sido mejorada notablemente la capacidad institucional para la promoción del uso racional de los recursos naturales, y un desarrollo agrícola y rural sostenibles.

La capacidad institucional establecida con el proyecto, contribuye igualmente en la formulación de políticas que contribuyan a la racionalización del uso de la tierra, y de una estrategia y política de desarrollo rural sostenible.