

INFORME DE ACTIVIDADES: Primeros 10 meses

THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WETLAND RESOURCES IN MERCOSUR

EC Contract number ERB IC18 – CT98 – 0262

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Socio 3)

Coordinador Científico: Dra. Graciela Ana Canziani

El grupo de la UNCPBA está formado por miembros del NUCOMPA:

Dra. Graciela Canziani, Profesor, Matemática y Ecología Matemática,

Ing. Rosana Ferrati, Ingeniera en Recursos Hídricos y estudiante de Postgrado en Matemática

Lic. Paula Federico, Licenciada en Matemática y estudiante de Postgrado en Matemática.

Ing. Ana Canónica, Ingeniera, Ingeniería de Computación y Sistemas.

A partir del 1º de noviembre, Diego Ruiz Moreno, estudiante avanzado de Ingeniería de Computación y Sistemas, se sumó a este grupo.

También miembros de otras Facultades, quienes dedican ocasionalmente algunas horas de su tiempo de investigación al asesoramiento en este proyecto:

M. V. Fernando Milano, Profesor, Recursos Naturales y Sustentabilidad, Facultad de Ciencias Veterinarias,

Lic. Marcelo Gandini, Profesor, Ecología, Sensores Remotos, Facultad de Agronomía,

Como fuera asignado, este grupo participa en el desarrollo de diversas herramientas y modelos a ser usados por otros socios del proyecto:

i. *Modelos hidrológicos*

ii. *Mapas dinámicos de vegetación*

iii. *SIG (sistema de información geográfica) para organizar en forma sistemática los datos provistos por los estudios previos y actuales de la región*

iv. *Modelos de población de varias especies de macrovertebrados que son de particular importancia para el manejo de los recursos.*

Como está establecido en el plan de trabajo, en los primeros meses centramos nuestros esfuerzos en la recolección de la mayor cantidad posible de datos bibliográficos de estudios anteriores y series de datos históricas registrados por instituciones oficiales. Los datos han sido debidamente organizados para su posterior uso en los modelos. A su vez hemos intercambiado información y opiniones con los otros grupos de modeladores a fin de definir más precisamente los modelos a ser desarrollados basados en datos confiables actuales. Este es un proceso que comienza con aproximación inicial y continúa con sucesivos pasos de refinamiento. Tenemos algunos resultados parciales muy interesantes que han resultado del análisis estadístico de los datos y son esenciales para el desarrollo del modelo hidrológico y el mapa de vegetación. Las tareas que están siendo llevadas a cabo por este grupo son:

Recolección de Datos Históricos

Históricamente los datos han sido recolectados por variadas instituciones públicas nacionales y provinciales y se encuentran dispersos. En general, es dificultoso tener acceso a la información dado que las instituciones son celosas de su propiedad y se hace necesario tomar caminos indirectos para convencerlas de que haremos un buen uso de sus datos. Esta tarea a consumido bastante tiempo. Hemos organizado una base de datos que será acoplada al SIG y a los modelos.

Datos hidrológicos

Hemos dedicado gran cantidad de esfuerzo a la tarea de recolección de datos hidrológicos, ya que son esenciales para tener un modelo hidrológico confiable como base para todo los otros modelos. Dado que se trata de un ecosistema acuático, prácticamente todos los procesos considerados en el proyecto están relacionados con los niveles de agua. Los datos disponibles corresponden a:

(a) Niveles hidrométricos:

- Laguna Iberá en Colonia Pellegrini. Series de tiempo desde 1968 hasta la fecha, con importantes períodos incompletos.
- Río Corriente en Paso Lucero. Series de tiempo desde 1968 hasta la fecha.
- Otros datos de nivel hidrométrico fueron recolectados durante el período de estudio bajo el proyecto Estudio de Macrosistema Iberá (1969-1979) pero estas series son muy cortas y las escalas hidrométricas han sido abandonadas desde entonces.

(b) Volumen de agua en la sección de control de Paso Lucero (flujo instantáneo mínimo y máximo). Estas series, desde 1968 hasta 1995, son importantes porque el Río Corriente es el único flujo de superficie permanente fuera del sistema.

(c) Batimetrías: Fueron realizadas como parte del Estudio del Macrosistema Iberá (1981). Hay 12 perfiles batimétricos, de los cuales 10 pertenecen a la región Sur de la Laguna Itatí, uno de la Laguna Iberá hasta el Estero San Antonio Cue, y uno a través del sistema desde la Laguna Fernández al Arroyo Carambola. Todas corresponden la porción sur del sistema. No hay otras batimetrías del sistema, excepto las realizadas recientemente por nuestros socios en la Laguna Iberá.

i. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos del país son recolectados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), y son muy costosos. Hemos obtenido nuestros datos de fuentes secundarias, que han trabajado con datos del SMN y chequeado su consistencia. Los datos disponibles obtenidos son:

(a) de las estaciones meteorológicas en la región periférica del Macrosistema Iberá, en Corrientes, Gral. Paz, Mercedes, Monte Caseros, Paso de los Libres, Ituzaingó y Posadas. Estas estaciones pertenecen al SMN. Los datos correspondientes a las estaciones de Gral. Paz e Ituzaingó, que son las estaciones más cercanas al sistema, están incompletos. La serie de datos disponibles van desde 1900 hasta 1986.

Otras series históricas de datos fueron obtenidos de NOAA.

Datos recientes (1994-98) obtenidos de las páginas web de NOAA incluyen:

- Precipitación
- Temperatura (máxima, mínima, media, diaria)
- Punto rocío (medio)
- Presión media a nivel del mar
- Presión media de la estación
- Velocidad media del viento

(b) de las estaciones dentro Iberá: Colonia Pellegrini (precipitación diaria desde 1968 con vacíos), Chavarría (precipitaciones diarias, 1976-98), estancia Arroyo Pay Ubre (precipitaciones diarias, 1984-99 con vacíos). También hay datos registrados en varios otros puntos publicados en el estudio del Macrosistema Iberá.

(c) De radiación solar diarias publicadas en el web por la University of Wyoming (la dirección es <http://www-das.uwyo.edu/upperair/sa.html>) e incluye información de Resistencia y Foz do Iguacu.

ii. Datos de Suelos

Un mapa de suelos (escala 1:500 000) de la Provincia de Corrientes fue obtenido del Instituto de Suelos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). La clasificación está basada en el nivel de Subgrupos siguiendo el Sistema de Taxonomía de Suelo de USDA. Los investigadores que trabajan en el Instituto de Suelos ofrecieron su apoyo voluntario en temas relacionados con el uso de suelos para agricultura en el entorno de la región en estudio.

iii. Bibliografía sobre vertebrados

Hemos obtenido una buena cantidad de publicaciones de diferentes fuentes y contactado investigadores que se encuentran trabajando en las especies de macrovertebrados incluidas en el proyecto.

Imágenes Satelitales y GIS (SIG)

En vista del lanzamiento del satélite científico SAC-C, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) ofreció a la comunidad científica la posibilidad de participar en la Misión SAC-C. Un total de 81 propuestas –entre las cuales está nuestro proyecto INCO DC- fueron seleccionadas para integrar el grupo de usuarios de los datos científicos colectados por un conjunto de instrumentos proporcionados por Agencias Espaciales de Argentina, USA, Brasil, Italia, Francia, y Dinamarca.

La información obtenida de las imágenes satelitales es de gran valor para nuestro proyecto, particularmente considerando la amplitud de la región a estudiar y la dificultad de explorarla. Hemos encontrado un extraordinario apoyo en el Dr. Raúl Colomb, director de la Misión SAC-C, y sus colaboradores, por lo cual podemos anticipar una muy fructífera relación de trabajo con ellos.

i. Imágenes satelitales históricas

Hemos obtenido de la CONAE, imágenes LANDSAT (todos los canales) de los años 1985-86. Se eligieron estos años debido a que los niveles de agua fueron los menores registrados desde que se usan imágenes satelitales. También estamos trabajando con imágenes NOAA de 1992-93.

ii. Imágenes de la Misión SAC-C

Debido a nuestra participación en la Misión SAC-C, CONAE nos ha dado imágenes en formato falso SAC-C. El satélite SAC-C será lanzado en diciembre de 1999 y proveerá imágenes cada 9 días. Es parte de la International Morning Constellation de satélites (CONAE, NASA, ASI) que cubrirán la región con fines científicos.

iii. Digitalización de mapas topográficos

Hemos comprado al Instituto Geográfico Militar una colección de mapas topográficos (escala 1:100000) que cubren la región de Iberá. Han sido digitalizados para ser luego incorporados al GIS.

Modelos Hidrológicos

Estamos trabajando en la construcción de un modelo de balance hídrico con paso de tiempo mensual. De la bibliografía existente sobre estudios previos podemos concluir que hasta ahora sólo se han hecho modelos de balance hídrico anuales. Uno de los problemas con que nos hemos encontrado es la insuficiencia o incompletitud de los datos sobre precipitaciones debido al aislamiento de la región y la distancia a las estaciones meteorológicas. Aun no hemos podido obtener series históricas de datos de temperatura. Un problema considerable con cual nos enfrentamos es el hecho de que tanto los datos históricos como los actuales son escasos tanto en el aspecto temporal como el espacial. Por un lado las series de estaciones locales son cortas en consecuencia poco confiables. Por el otro, desde el punto de vista espacial, las series largas corresponden a estaciones localizadas fuera del sistema. Tampoco existe información sobre flujos subterráneos de agua. Estamos intentando contactos con el Ente Binacional Yacyretá (EBY) que controla la represa sobre el Río Paraná, al norte de la Región Iberá.

Si logramos obtener esos datos, el modelo de balance hídrico podrá ser construido y alimentado con datos de las estaciones periféricas como primera aproximación, basándolo en el anterior Estudio de Macrosistema Iberá. Los datos que proveen nuestras estaciones hidrométricas y meteorológicas localizadas en Laguna Galarza, Laguna Iberá y Concepción son de importancia crucial, primero, porque los datos necesarios para calcular la evaporación y la evapotranspiración deben provenir de dentro del sistema, y segundo porque es necesario correlacionarlos con datos provenientes de las estaciones periféricas para reflejar la distribución espacial y patrones de comportamiento.

Modelos Ecológicos

Tanto los modelos hidrológicos como el mapa dinámico de vegetación serán usados para generar un Sistema de Información Geográfica que será la base para los modelos poblacionales con estructura espacial (heterogeneidad de hábitat, calidad de hábitat, etc.).

Nuestro grupo está trabajando en los modelos para poblaciones de capibara o carpinchos (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y de ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) que son una valiosa atracción para el turismo. El estudio de la dinámica poblacional de los carpinchos requerirá un modelo estructurado en tamaños. Esta especie se reproduce rápidamente y posiblemente requiera algún tipo de cosecha para mantener la población libre de epidemias, por lo cual se desarrollará un modelo poblacional con cosecha para analizar la posibilidad de esta opción. En este momento se está leyendo el material bibliográfico y consultando al Dr. Rubén Quintana, especialista en carpinchos de la Universidad de Buenos Aires. Estamos trabajando en el cálculo de los parámetros apropiados para el modelo, así como su rango de variación en las simulaciones.

El ciervo de los pantanos, debido al bajo número de ejemplares y su hábitat reducido a causa del aumento de los niveles de agua, está en peligro de extinción. En este caso debemos considerar la posibilidad de desarrollar modelos que tengan en cuenta la calidad del hábitat por un lado y su compleja estructura social y comportamiento por el otro, por ello creemos que modelos basados en el individuo serán apropiados para este propósito. Anticipamos algunas dificultades que surgirán de la necesidad de datos muy detallados, pero la información bibliográfica y estudios anteriores y los llevados a cabo actualmente por investigadores que están trabajando con la Fundación Reserva del Iberá parecen apropiados y suficientes. Todos los grupos de modeladores (UNICEN, UNICAMP y UFRGS) esta en permanente contacto con el Dr. Marcelo Becccesi y Tomás Waller quienes se están encargando de la investigación de campo.

Estamos también analizando la implementación de una interfase entre los estratos del GIS y los modelos matemáticos. La interfase entre el GIS y los modelos a través de la simulación de escenarios deberán generar una salida de fácil interpretación para los futuros usuarios/administradores. Para el análisis de cada escenario, las simulaciones necesitarán un conjunto de parámetros asignados a cada pixel. Algunos de estos parámetros alimentarán los modelos y otros actualizarán las salidas de los modelos durante la simulación.

Publicaciones

Aún cuando el proyecto haya sido iniciado hace menos de un año, el desarrollo simultáneo de investigaciones en varios frentes, necesario por la estructura multidisciplinaria de este proyecto, nos ha conducido a obtener resultados parciales interesantes y permitido enviar dos manuscritos para su publicación: uno sobre el desarrollo de un modelo teórico de dinámica poblacional con inclusión de factor espacial a través de metapoblaciones, y otro sobre la utilización de métodos de análisis de sistemas en el manejo de recursos naturales. Se están preparando otros tres, a saber uno sobre el análisis estadístico de los datos hídricos, uno sobre la determinación de hábitats característicos en base a imágenes satelitales y datos de campo, y finalmente uno sobre análisis teórico de la dinámica poblacional basado sobre modelos metapoblacionales y simulación con autómatas celulares.

DESARROLLOS FUTUROS

Hemos realizado el trabajo dentro del plan de trabajo y cronograma del proyecto aceptado por la Comisión Europea. Hemos sufrido algunos retrasos debido a las dificultades para acceder a los datos históricos y los vacíos en algunas de las series de datos. Otros debido al hecho de que simplemente la información no existe. Esto afecta principalmente al modelo hidrológico, por ello estamos tratando de elaborar modelos alternativos con utilización de técnicas novedosas, como por ejemplo, utilización de programación orientada a objetos.

Es importante notar que la Lic. Paula Federico recibió una beca de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires para desarrollar su investigación bajo el marco de este proyecto. Esto permitió a nuestro grupo incorporar un estudiante, Diego Ruiz Moreno, que está trabajando en su Tesis para obtener el grado de Ingeniero de Sistemas.

Las tareas a ser desarrolladas por este grupo son muy numerosas y consumen gran cantidad de tiempo, por lo cual es necesario incorporar más personas para trabajar en ellas. Trataremos de involucrar estudiantes avanzados en tareas específicas y de corta duración.

GIS y mapas de vegetación

Se definirán zonas homogéneas dentro del Macrosistema Iberá basadas en Reca & Pessina (1983), con la mayor exactitud espacial y discriminando entre bañados, esteros, lagunas y embalsados. Esto servirá como base para calcular el área total cubierta por cada tipo de ambiente. Estos datos serán utilizados como "ground truth" para la clasificación de imágenes Landsat TM y la validación de zonas inexploradas se realizará basándose en la variación del índice de verde (NDVI) en resolución 1Km. Esta variación, correlacionada con los datos de campo, servirá estimar la productividad primaria de las macrofitas. Esperamos que esto sea completado, al menos para varios tipos de ambientes característicos, en los próximos tres meses. Luego seguiremos refinando estos resultados mediante la incorporación de la información recibida mensualmente de las imágenes provenientes de la Morning Watch Constellation y los datos de campo colectados por nuestros socios.

Desarrollaremos otras capas en el GIS, incluyendo mapas de suelo, mapas topográficos, etc. Analizaremos los cambios en el sistema comparando las imágenes satelitales históricas y las nuevas provistas por la CONAE.

Modelos Hidrológicos

(a) Balance hídrico global

El sistema en su conjunto se comporta como una función de respuesta cuya característica principal es el almacenamiento. Las variables de entrada principales son la precipitación y la demanda de evapotranspiración. La salida principal es el derrame del Río Corriente. El agua subterránea puede comportarse como entrada o salida del sistema y es probable que asuma ambos roles en lugares y tiempos diferentes. En una primera instancia se la puede incluir como una variable de estado del sistema, considerándola en el almacenamiento. Se excluye de esta inclusión el aporte subterráneo proveniente del Río Paraná en Rincón Santa María, considerándolo como volumen entrante al sistema.

(b) Evapotranspiración

En la elección del método a utilizar para calcular una primera aproximación de la evapotranspiración se tendrán en cuenta los trabajos anteriores realizados en el área de estudio y los datos existentes a los cuales tuvimos acceso. En el estudio realizado en 1981, Macrosistema del Iberá, el cálculo de EVT se obtuvo utilizando el método de Thornthwaite (1948), con datos de temperaturas medias mensuales de las estaciones de Goya, Corrientes, Posadas, Paso de los Libres y Mercedes (del SMN) sobre la serie 1931-1960.

Existen dos aspectos a analizar en el cálculo realizado utilizando este método:

- i. Por una parte, el método empírico de Thornthwaite obtiene buenos resultados bajo condiciones que no se dan en el ecosistema. Además, tiende a sobrestimar cuando los valores medios mensuales de temperatura son mayores a 26,5° C.
- ii. Por otra parte, las estaciones mencionadas se encuentran fuera del macrosistema.

Respecto al primer punto, estudios recientes realizados en Brasil, proponen un coeficiente de corrección para temperaturas mayores a 26,5° C y otro en función del fotoperíodo, que corrige la evapotranspiración calculada teniendo en cuenta la ubicación latitud-longitud de la estación. Teniendo en cuenta este punto, se hará una primera aproximación con datos mensuales medios de temperatura obtenidos de THE 1961-1990 GLOBAL CLIMATE NORMALS OMM - CD-ROM de las estaciones de Corrientes, Posadas y Paso de los Libres y se hará una extrapolación a los años 1994 a 1997, con los datos de temperatura obtenidos de NOAA.

FAO recomienda el método Penman-Monteith sobre un total de 20 métodos a aplicarse en zonas húmedas, basados en estudios realizados por American Society of Civil Engineers (ASCE) en 1990 y por la Comunidad Europea en 1992. Sobre la planilla ejecutable que FAO ofrece en su página web se volcarán los datos obtenidos de OMM CD-ROM en las estaciones Corrientes, Posadas y Paso de los Libres, comparándose los valores con los obtenidos utilizando el método de

Thornthwaite. Respecto al ecosistema, las estaciones meteorológicas ubicadas en Galarza, Iberá y Concepción generarán los datos necesarios para el cálculo de evapotranspiración.

(c) Precipitación

En función de los datos recopilados hasta hoy, se realizará un análisis de las series de tiempo históricas de las estaciones periféricas para las precipitaciones anuales y mensuales. Respecto a las estaciones ubicadas en el sistema, en general de corta duración, se contrastarán los datos para analizar su consistencia.

Modelos Ecológicos

Esperamos completar en los siguientes meses la tarea de determinar los parámetros que se utilizarán en los modelos. Esto se hará teniendo en cuenta los datos publicados en journals de investigación y de información obtenida por comunicaciones personales con expertos en las distintas especies. Luego se construirán y validarán los modelos y luego se ajustarán a los datos de campo. Esperamos completar este proceso en los próximos 12 meses.