

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL HUMEDAL IBERÁ Y SU ENTORNO

GIS at Iberá Wetland and Surrounding Landscapes

Ing. Agr. H.D.Ligier, Exp. Estadística A.R. Perucca, Ing. Agr. D. Kurtz, Agr. H. Matteio
Técnicos Grupo Recursos Naturales EEA INTA Corrientes.

RESÚMEN

El área de trabajo abarca 1.638.697 ha (18.4% provincial), incluye los grandes esteros del Iberá, los esteros del oeste y zonas periféricas de tierra firme. Se definieron 11 Grandes Paisajes y 72 paisajes fisiográficos contenidos en 514 polígonos. Se generaron tres proyectos que contienen atributos de vinculados a referencias de localización, Paisajes y Vegetación. Los ambientes influenciados por agua, (agua permanente, cuerpos de agua, tierras inundables, anegables, saturación muy frecuente) se extienden en el 75 % del área. Las denominadas tierras altas no inundables y encharcables, localizadas en la periferia de los esteros, ocupan el 25 %. Los Grandes Paisajes con mayor intervención por uso forestal-agrícola son: Pseudoalbardón del Iberá (al este), Planicies y lomas arenosas (al oeste). Los bosques nativos se presentan altamente fragmentados y se concentran en las Planicies tabuliformes escalonadas. La aptitud forestal (potencial específico) se destaca del resto y se localiza en tres Grandes Paisajes.

PALABRAS CLAVES:

Sistemas de información geográfica; humedales; paisajes; usos de la tierra.
Geographic Information System; wetlands; landscapes; land uses.

INTRODUCCIÓN

El Iberá fue y es ampliamente estudiado desde diferentes disciplinas, enfoques y escalas: geomorfología, suelos, fauna, flora, aguas, ecología, entre otras destacadas. Todos estos valiosos aportes con bases geográficas fueron revisados y contemplados en la organización del SIG-Iberá, incluyendo además información generada por el grupo de trabajo de la EEA INTA Corrientes. Se conoce que los esteros del Iberá funcionan como una cubeta de almacenamiento superficial cuya salida natural es el río Corriente, las geoformas son heredadas de condiciones bioclimáticas y morfogenéticas diferentes a las actuales, con fuertes contrastes climáticos (húmedo, seco) y por ende con efectos en los balances de energía (Popolizio 2004). En general, han sufrido una baja presión antrópica por sus restricciones de accesibilidad y condiciones de ambientes poco favorables para el cambio de uso de la tierra hacia sistemas productivos. En los últimos 25 años, se verificó a nivel regional un incremento de las precipitaciones por encima de las medias anuales históricas de los últimos 40 años, ésta dinámica se asocia a efectos antrópicos que pueden acelerar procesos desfavorables como: incremento de fragmentación del paisaje por expansión de sistemas productivos; aumento de riesgos de deterioro ambiental por el uso de tecnologías de insumos (intensificación), pérdida o disminución de biodiversidad de flora y fauna por irrupción de ciclos forestales superiores a los 10 años con el consecuente aumento de riesgos de incendios; quemadas de pastizales no controladas, desbalances nutricionales y del stock de carbono de base en suelos, lo que contribuye en síntesis a las tendencias de niveles de fragilidad de los ecosistemas, definida como el despliegue de disturbios naturales y antrópicos en forma simultánea (Nilsson *et al.* 1995).

Las herramientas teledetección y SIG permitieron visualizar, clasificar, rescatar, integrar, organizar y desplegar información estructurada en diferentes proyectos de base que aportan a la diferenciación de ambientes, sus niveles de intervención antrópica, potencialidades y riesgos. Se espera que el SIG Iberá contribuya a la futura selección de sitios específicos para el desarrollo de planes de manejo, aporte a definiciones de límites de la reserva provincial Iberá y permita incorporar un cúmulo relevante de datos espaciales y atributos en función a objetivos y escalas de trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó el área de estudio en función a criterios múltiples surgidos en la etapa inicial del proyecto: contener el mayor número de propiedades fiscales, definir límites periféricos por rutas nacionales y provinciales y sectores que incluyan paisajes sensibles a la conservación vinculados a los esteros del Iberá. El escenario de trabajo se expande sobre 1.638.697 hectáreas (18.4% provincial), incluye los grandes esteros del Iberá, los esteros del oeste (Batelito, Veloso, parte del Batel y Valengo) y zonas periféricas de tierra firme tanto al este como al oeste de los esteros (Figura N° 1).

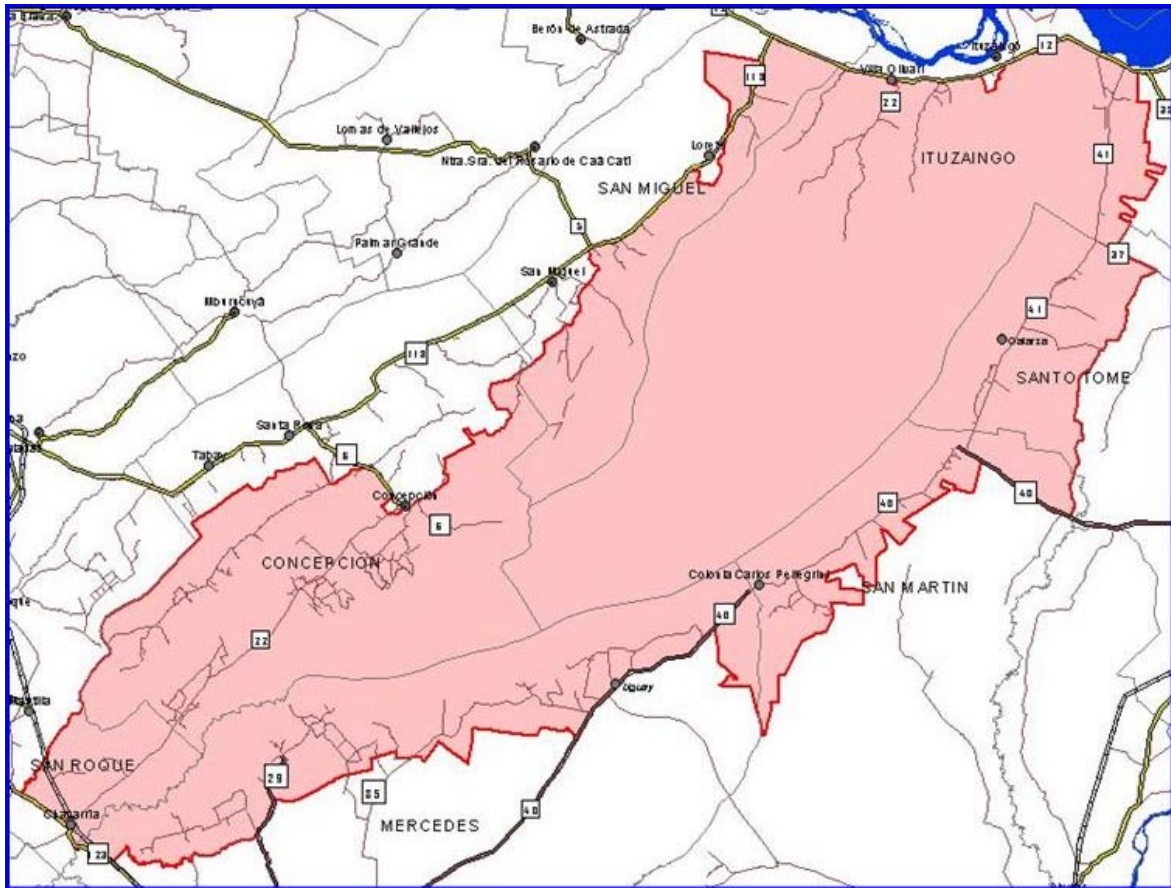


Figura N° 1. Mapa del área de Trabajo

Se seleccionaron imágenes satelitales de la serie Landsat (5 TM y 7 ETM+) provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, de períodos húmedos, secos y normales correspondientes a los años 1986-1987 (parcial); 1997 (enero); 1998 (marzo-abril y octubre); 2002 (enero); 2004 (enero-febrero-mayo-julio-agosto). El procesamiento de imágenes se realizó con ERDAS Imagine 8.4. Para las correcciones geométricas el sistema de referencia es WGS84 y el sistema de proyección: Transverse Mercator, se utilizaron coordenadas geográficas tomadas con GPS (256 puntos) y los modelos geométricos existentes (SAGPyA-INTA Corrientes, 2002, inédito).

Con ERDAS Imagine 8.4, se aplicaron realces automáticos lineales y radiométricos. Se utilizó la herramienta histogram matching para uniformizar escenas de fechas diferentes. Este proceso se realiza para cada banda por separado y luego se las une mediante la opción layer snack. Para la elaboración de mosaicos se utilizaron tres (3) escenas Landsat (225-079, 225-080 y 226-080) "ensambladas" mediante la herramienta del panel de íconos DataPrep, menú Mosaic Images (ERDAS Field Guide, 1997). Se utilizó la opción "plumero" (feather) para que el efecto visual sea más apropiado y adecuado a los fines de la interpretación visual en los mosaicos resultantes. Una vez cumplida la etapa "mosaico de imágenes" se recortó la imagen por fuera del área con márgenes adicionales de manera de acotar el tamaño del archivo y poder desplegar la resultante más

fácilmente. Para los realces espaciales se utilizó la herramienta Filtro de convolución (Edge detect 3x3) mediante este filtro se enfatizan los rasgos lineales presentes en las imágenes (Chuvienco 1995). El índice verde (IV), se utilizó para inferir aspectos funcionales y estructurales de la vegetación, como dinámica de la biomasa y fisonomía (Paruelo et al. 1994; Arqueros et al 2000; Vela Coiffier et al. 2000). Se generó imágenes de IV de marzo-abril de 1998 (muy húmedo) y julio-agosto de 2004 (muy seco). Estas imágenes fueron corregidas geométricamente, luego se construyeron los mosaicos. Se aplicó una clasificación no supervisada determinándose 10 (diez) clases mediante el método isodata clustering a la imagen de IV marzo-abril 98. Con estas mismas clases se clasificó el IV de julio-agosto 04. Como resultado de este procedimiento se obtuvieron dos imágenes con el mismo rango de variación en cada una de las clases.

El aspecto principal de la teledetección es el aprovechamiento temático de las imágenes, el abordaje del método de análisis interpretativo (visual o digital) depende de varios factores entre los que se destacan: complejidad del área, conocimiento previo, objetivos del trabajo, escalas de salida, tiempo de trabajo, etc. En este caso debido a que el énfasis se centró en delinear "formas del relieve como aspecto relevante", y cambios observados en la fisonomía en húmedo-seco se optó por el análisis visual utilizando un mosaico que permitió identificar claramente formas del relieve (enero 2002) combinado con aspectos digitales vinculados a determinaciones de índice verde normalizado. La escala de digitalización fluctuó entre 1:50.000 (pequeñas unidades) a 1:100.000 (unidades mayores). Existen diversas claves para categorizar ambientes a diversas escalas (Klijn et al. 1994, Bailey 1995). Para este trabajo se aplicó una clasificación fisiográfica de terreno, jerárquica, apropiada para diferentes escalas (Villota 1997). El análisis y síntesis geográfico se enfatizó en los niveles propios de toma de decisiones: Grandes Paisajes (Constituido por una Asociación ó Complejo de Paisajes con relación de parentesco de tipo genético, climático, litológico y topográfico general) y Paisajes (Se establece dentro del Gran Paisaje en base a su morfología, con similares características climáticas, morfológicas, materiales parentales y edad, dentro de las cuales se espera cierta uniformidad pedológica, de coberturas y usos de la tierra). Se establecieron criterios de diferenciación teniendo en cuenta el estudio de geomorfología mas importante generado en el Iberá (INCYTH 1981. Popolizio, 2004). Las denominaciones buscaron reflejar de una manera sencilla condiciones de formas de relieve y/o limitantes naturales relevantes. Estas aproximaciones se realizaron en conjunto con la profesora Pilar Serra de amplia trayectoria en aspectos geomorfológicos vinculados al Iberá.

El sistema de información geográfica fue organizado de la siguiente manera:

Proyectos:

1-Base: Area de trabajo, red hidrográfica y ferroviaria, límites departamentales, localidades, estancias principales.

2-GEO: Grandes Paisajes y Paisajes fisiográficos.

3-Uso Actual: Agrícola, Forestal y bosques nativos.

4- Vegetación: Unidades fisonómicas, Índice Verde normalizado.

Coberturas y Atributos

Area de trabajo (polígono): superficie

Red hidrográfica (líneas): Nombre, longitud en km.

Lagunas (polígonos): Nombre, superficie.

Rutas (líneas): Nombre, estado (pavimento, ripio, tierra), longitud en km.

Departamentos (polígonos): Nombre y superficie

Localidades (puntos): Nombre, tipo (cabecera, colonia, paraje)

Estancias (puntos): Nombre, latitud, longitud.

Grandes Paisajes (polígonos): Nombre, superficie (ha)

Paisajes (polígonos): Denominación, superficie en ha, Suelos (Taxas, pendiente, regímenes de humedad, materia orgánica, profundidad efectiva, pH superficial, clases de drenaje, capacidad de uso general y específico), uso principal o vocación de uso, limitantes, peligro de inundación, unidades fisonómicas, directivas de manejo general.

IV 1998 (raster) y IV 2004 (raster): clases y superficie.

Uso agrícola (polígonos): tipo de uso, superficie

Forestal (polígonos): tipo, superficie

Bosque nativo (polígonos): superficie

Se obtuvo información de campo y se realizaron diversas revisiones para seleccionar e incorporar atributos al SIG. Los principales son: Cartografía de suelos básicas y temáticas a diferentes escalas (Escobar et al., 1981, 1983, 1992, 1996;); (Ligier et al.1997, 1998, 1999, 2000). Cartografía de

Vegetación: (Carnevali, 1994, 2003); Geomorfología (INCYTH 1981, Popolizio 1977 a,b, 2004.) Flora del Iberá (Arbo-Tressens 2002). Limnología del Iberá (Neiff a,b 2003).

La información de Suelos se obtuvo de 157 perfiles clasificados (Soil Taxonomy, 2003) y 50 observaciones a campo

Las estimaciones de tipos de excesos de agua se realizaron en función a las condiciones de relieve-pendiente, clases de drenaje natural y variaciones de IV. Las clases por riesgos de inundación se estimaron según promedio histórico de número de inundaciones por espacio de tiempo (CNRS 2000). Los paisajes con agua sobre la superficie en más de 240 días al año y que se extienden en el 75 % a más de la unidad, se consideran con agua permanente.

La vegetación fue incorporada en este proyecto considerando el concepto de unidades fisonómicas y tipos fisonómicos (Carnevali 1994, Cabrera 1971), identificando la composición en cada paisaje.

Se clasificaron tipos de uso y localización de bosques nativos desde imágenes del 2004. Se realizaron controles de campo verificando un 80 % de lotes.

El SIG se desarrolló en Arc View 3.2, utilizando la herramienta tabla de temas para incluir los campos de atributos. Cada campo contiene un nombre, una estructura (numérica ó alfa numérico) y una amplitud de caracteres.

Con la herramienta de Geoprocesamiento – Intersección de temas del Arc View se obtuvieron los valores de % de ocupación en cada Gran Paisaje por uso agrícola, forestal y bosques nativos.

PRINCIPALES RESULTADOS

Se identificaron 11 Grandes Paisajes (Figura N° 2) y 72 paisajes fisiográficos fragmentados en 514 polígonos distribuidos en 1.638.797 hectáreas como se detalla en el Cuadro N° 1.

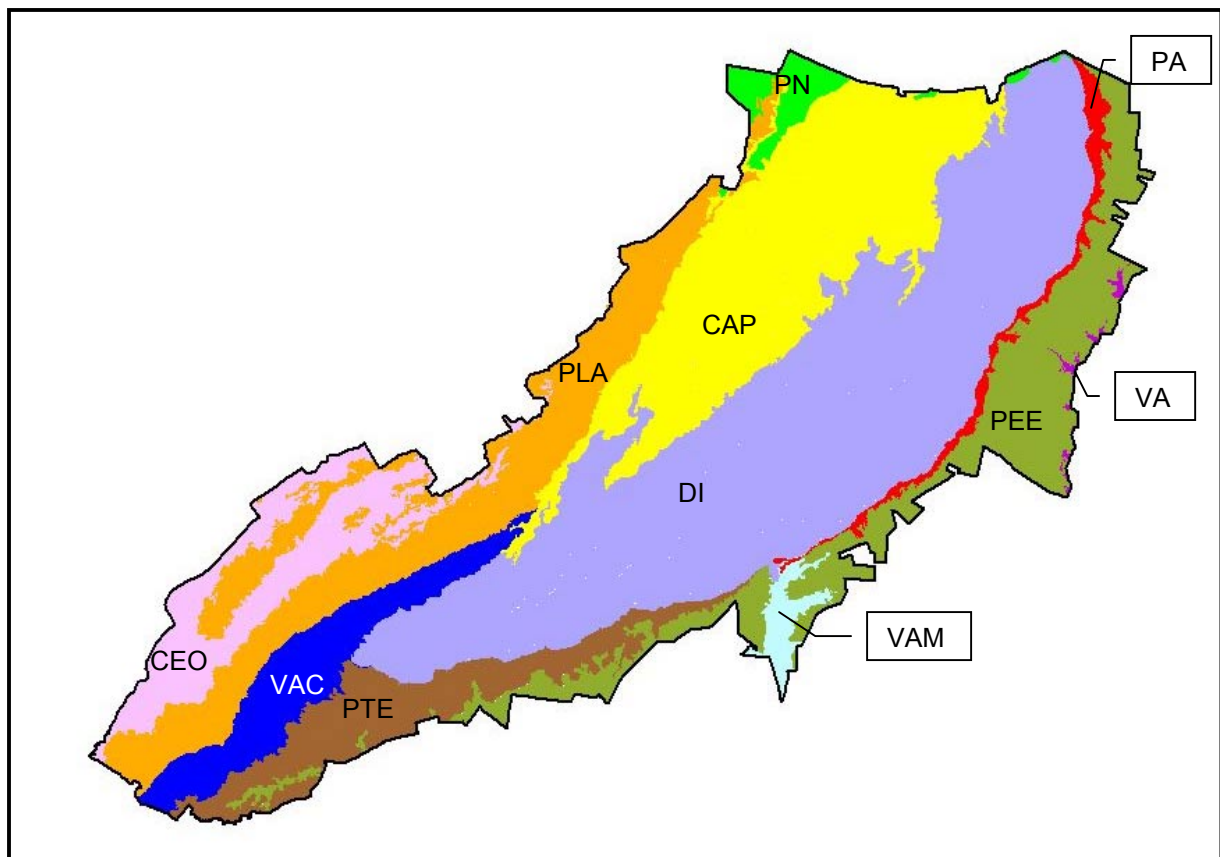


Figura N°2. Localización Grandes Paisajes

CEO: Complejo esteros del oeste **VAC:** Valle aluvial del Corriente. **VAM:** Valle aluvial del Miriñay **VAA:** Valle aluvial del Aguapey **PTE:** Planicies tabuliformes escalonadas;
PEE: Planicie estructural del este **PN:** Planicies del norte **PLA:** Planicies y lomas arenosas
PAI: Pseudoalbardón del Iberá **CAP:** Cordones en abanico, planicies y depresiones
DI: Depresión Iberana.

Cuadro N° 1. Grandes Paisajes, superficies y participación porcentual.

Grandes Paisajes	Hectáreas	%	Polígonos
1-Cordones en abanico, planicies y depresiones	290.915	17,8	102
2-Depresión Iberana	583.152	35,6	83
3-Planicies y lomas arenosas	215.695	13,2	98
4-Planicie estructural del este	179.249	10,9	9
5-Complejo de esteros del oeste	112.151	6,8	74
6-Planicies tabuliformes escalonadas	100.272	6,1	47
7-Valle aluvial del río Corriente	85.273	5,2	16
8-Planicies del norte	26.527	1,6	11
9-Pseudoalbardón del Iberá	25.726	1,6	21
10-Valle aluvial del río Miriñay	16.567	1,0	16
11-Valle aluvial del Aguapey	3.170	0,2	37
SUPERFICIE TOTAL	1.638.697	100	514

Los Grandes Paisajes que incluyen ambientes de esteros ocupan aproximadamente el 65 % del área de estudio.

El número de paisajes y polígonos contenidos en Grandes Paisajes, indican los niveles de complejidad relativa en función a la escala de trabajo, un resumen se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N°2. Número de Paisajes y polígonos para los principales Grandes Paisajes por superficies.

Gran Paisaje	Sup Ha.	Paisajes	Polígonos	IFN*
1-Depresión Iberana	583.152	13	83	0.14
2-Cordones en abanico, planicies, depresiones	290.915	10	102	0.35
3-Planicie estructural del este	179.249	6	9	0.05
4-Planicies y lomas arenosas	176.811	6	98	0.45
5-Complejo esteros del oeste	112.151	9	74	0.66
6-Planicies tabuliformes escalonadas	100.272	5	47	0.46
7-Valle aluvial río Corriente	85.273	9	16	0.18

IFN*: Índice de fragmentación natural: Número de polígonos cada 1000 ha a la escala final.

La mayor uniformidad se presenta en los malezales de la planicie estructural del este (IFN 0.05). y en la Depresión Iberana (0.14). Los mas fragmentados son el complejo de esteros del oeste, planicies y lomas arenosas y la planicies tabuliforme escalonada. (IFN 0.66 a 0.45).

El análisis de riesgos de excesos de agua y agua permanente se presenta en la siguiente figura.

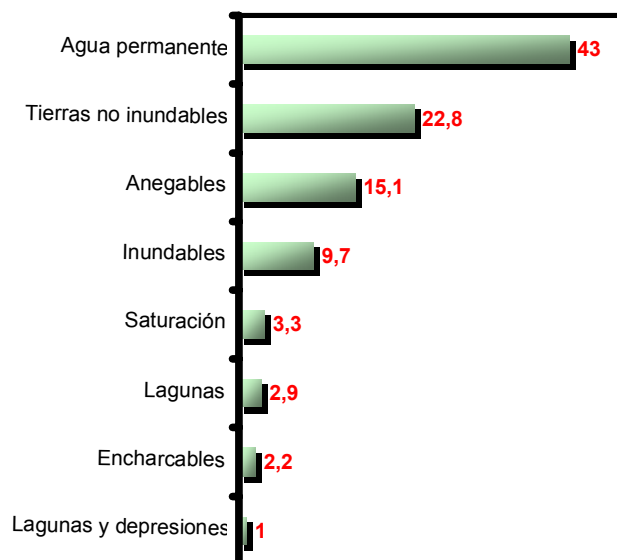


Figura N° 3 . Riesgos de excesos de agua – agua permanente

Los ambientes influenciados por agua, (agua permanente, cuerpos de agua, tierras inundables, anegables, saturación muy frecuente) se extienden en el 75 % del área. Solo paisajes con agua permanente y cuerpos de agua (con o sin depresiones periféricas) representan el 47 % del total. Las denominadas tierras altas no inundables y encharcables, localizadas en la periferia de los esteros, ocupan el 25 % restante.

La valoración de las tierras por aptitud de uso potencial general (Capacidad de Uso agrícola y/o ganadero, Conservación) y la aptitud de uso específico para usos múltiples se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 4. Clases y subclases de capacidad de uso, Uso potencial general y específico de las tierras.

Clases	Subclases Dominantes	Uso Potencial General	Uso Potencial Específico	Ha.	%
II	es-s	AG	AG-F*	21.530,5	1,3
III	e-es-w	AG	AG-F*	64.458,8	3,9
IV	w-es-ew-s	G-AG	G-F *	308.759,6	18,8
IV-VI	w	G	G	17.657,8	1,1
VI	w-s-sw	G	G-AR-F**	307.379,9	18,8
VI-VII	ew-w	G	G	23.677,2	1,4
VII	w-ew	G	G	64.412,7	3,9
VII-VIII	w	G-GO	G-GO	212173,4	12,9
VIII	w	C	C-TU	571124,5	34,9

* Eucalipto y Pino ** Pino
No se computan espejos de agua (lagunas, cuerpos de agua).

Por Capacidad de Uso, el potencial ganadero (G – GO) ocupa el 57% de la superficie evaluada (Clases IV a VII) y Conservación de flora y fauna (C), 35% (Clase VIII); los suelos de valor agrícola (AG) representan el 5,2% (Clases II y III). La limitación generalizada es el drenaje natural (subclase w) con intensidades moderadas a severas (IV-VIII) registradas en el 92% de la superficie. Para suelos de potencial agrícola, el riesgo de erosión hídrica (e) y las altas tasas de oxidación de materia orgánica (s) son relevantes. Contemplando el uso específico potencial, los bosques exóticos (F) por su adaptabilidad tanto a suelos bien drenados (eucaliptos) como a los restrictivos por drenaje (pinos), se extiende sobre el 43 % de la superficie. La aptitud agrícola para cultivos anuales de secano (AG) es idéntica a la mencionada en Uso potencial general (5.2%). La aptitud específica de suelos para arroz bajo riego (AR), se extiende sobre el 18% de la superficie. La aptitud ganadera está ampliamente distribuida en el área compitiendo en sitios con la forestación y el arroz principalmente. Las condiciones específicas de humedales se manifiestan en el 35 % de la superficie, con especificidad para la Conservación y el ecoturismo (C – TU). Las relaciones de uso general y específico se vincula a las tasas de suelos identificadas, se computaron 16 Grandes Grupos de suelos dominantes pertenecientes a 5 Ordenes: ENTISOLES, ALFISOLES, MOLISOLES, INCEPTISOLES, HISTOSOLES.

En cuanto al uso actual de la tierra en el 2004 se presenta en el siguiente cuadro

Cuadro N° 4 . Uso Actual en hectáreas (julio-agosto 2004) y número de polígonos delineados

Tipos de Uso	Polígonos	Sup (has)	Medias (sup)	Sup. Mín. (has)	Sup. Máx. (has)	DS (sup)
ARROZ	7	1621	232	44	632	234
AGRICULTURA	18	855	48	4	202	59
PASTURA	52	3181	61	1	268	63
EUCALIPTO	172	7298	42	1	565	80
PINO	616	46686	76	1	1967	163
FORESTALES*	41	208	5	1	21	5
B. QUEMADOS	28	4624	165	3	806	217
B. NATIVOS	1853	20822	11	1	716	38

* Bosques comerciales sin identificación de tipos. No se incluyen bosques arbustivos ralos, bosques en embalsados firmes y líneas estrechas de palmares sobre esteros por la escala utilizada.

La intervención agrícola-forestal se extiende sobre el 3,9% del área de trabajo. Los bosques exóticos predominan sobre el resto con 58.816 hectáreas (91.2 % del total uso actual); los pinos representan el 79 % de ese valor. La superficie de bosques quemados supera a la suma de superficies de las clases agricultura (soja -maíz y menores) y arroz. Lo mismo ocurre con la clase pasturas cultivadas. Los bosques nativos se presentan altamente fragmentados (1853 polígonos). Esta mayor fragmentación indica superficies muy restringidas con mínimos de 1 ha y los menores desvíos en relación a la media aritmética (38). Los niveles de intervención por usos y presencia de bosques nativos se presenta en el cuadro siguiente

Cuadro N° 5 . Intervención por uso y presencia de bosques nativos en los principales Grandes Paisajes (ha)

GRANDES PAISAJES	USOS Y BOSQUES NATIVOS (%)								% del G.P
	AG	AR	B.N	B.Q	EU	F.	PA	PI	
Complejo de esteros del oeste			2,00				0,01	0,04	2,05
Cordones en abanico, planicies y depresiones			0,72		0,16	0,04	0,08	1,13	2,14
Depresión Iberana			0,03						0,03
Planicie estructural del este con microrelieves			0,05	0,26	0,34		0,15	5,66	6,46
Planicies del norte		1,59	0,01				0,04	0,44	2,08
Planicies tabuliformes escalonadas			13,31				0,21		13,52
Planicies y lomas arenosas	0,37	0,05	1,10	1,93	1,99	0,04	0,89	13,7	20,13
Pseudoalbardón del Iberá	0,20	0,32	1,39		7,57	0,02	1,92	12,9	24,40
Valle aluvial del Aguapey							0,99	0,58	1,57
Valle aluvial del Corriente		0,74	0,17						0,91
Valle aluvial del Miriñay		2,33	0,07						2,41
Total general	0,05	0,10	1,27	0,28	0,45	0,01	0,19	2,85	5,20

La vinculación entre el uso actual computado y el potencial se manifiesta claramente en los niveles de intervención de Grandes Paisajes: El pseudoalbardón del Iberá es el mas intervenido con el 24% de la superficie total, básicamente por pinos y eucaliptos. Planicies y lomas arenosas 20% intervenido prácticamente solo por pinos. En la planicie estructural del este (malezales) la intervención es del 7% aquí también predominan los pinos. La mayor concentración de bosques nativos se presenta en el Gran Paisaje Planicies tabuliformes escalonadas con el 13% del Gran Paisaje cubierto por esta clase.

Las unidades fisonómicas dominantes se resúmen a nivel de Grandes Paisajes en el siguiente Cuadro.

Cuadro N° 6. Principales unidades fisonomicas (%) de ocupación en GP.

Grandes Paisajes	Unidades Fisonómicas (%)
Valle aluvial del Miriñay	Eo (90,2)
Valle aluvial del Corriente	Eo (40,1); Paj + Pas + Pr (34,4)
Valle aluvial del Aguapey	Paj + Pr + Pas (E) (97,7)
Pseudoalbardón del Iberá	Pr + Pas (E + Bh + Bx) (60,9)
Planicies y lomas arenosas	Pas + Pr + E (Pab + Bh) (77,2)
Planicies tabuliformes	Pr + E + Bx (76,3)
Planicies del norte	Pas + Pr (98,2)
Planicie estructural del este	Pas (99,9)
Depresión Iberana	Eo (66,8)
Cordones en abanico	Eo (30,7); Pr + Pas + E + Eo (Pab) (21,2); Pas (16,4)
Complejo esteros del oeste	Eo + Pac (79,5)

Bh: bosques higrófilos; Bx: bosques xerófilos; E: espartillares; Em: Embalsados; Eo: esteros; Pac: palmares de caranday; Pab: palmares de yatay; Paj: pajonales; Pas: pastizales; Pr: praderas; Vs: vegetación acuática (sumergida).

La vegetación de “esteros” predomina en 5 de los 11 Grandes Paisajes; mientras que pastizales y praderas en los 6 restantes.

Los valores obtenidos de IV de los períodos húmedo y seco se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 9. Clases de IV en las dos fechas.

Clases IV	Mínimo	Máximo	Mar-Abr 98		Jul-Ago 04	
			Ha	%	Ha	%
Clase 1	-0,619	-0,063	55468,0	3,4	107320,3	6,6
Clase 2	-0,062	0,188	216631,4	13,3	347609,5	21,3
Clase 3	0,188	0,248	168545,1	10,3	372881,1	22,9
Clase 4	0,250	0,294	153160,3	9,4	249304,5	15,3
Clase 5	0,295	0,342	148144,8	9,1	195974,6	12,0
Clase 6	0,342	0,389	163503,5	10,0	169135,1	10,4
Clase 7	0,390	0,437	187353,2	11,5	88035,8	5,4
Clase 8	0,438	0,485	220345,0	13,5	47717,4	2,9
Clase 9	0,485	0,549	223521,8	13,7	33737,0	2,1
Clase 10	0,549	0,729	92209,1	5,7	18072,0	1,1

Las primeras 4 clases en el período húmedo (marzo abril 98) se extendieron sobre el 36,4 % del área, mientras que para el período seco (julio agosto 2004) sobre el 66,1%. Esto implica un menor vigor para el rango considerado en el período seco. Las clases que agrupan los IV mas altos (0.390 a 0.729) representan el 44,4% en el 98 y el 11,5% en el 2004. Las variaciones más apreciables se dieron en: los embalsados, la terraza baja y plano de inundación del río Corriente, la Depresión del estero Batelito, Planicies tabuliformes y las Lomas del pseudoalbardón del Iberá. Como más estables, las grandes lagunas ya que, al no poseer vegetación en superficie, siempre presentaron IV negativo. La vegetación de los esteros de la depresión Iberana, sobre todo en los sectores más profundos de la misma, se presentaron como los más estables en ambas fechas. Las variaciones por intervención antrópica más importantes se dieron en las praderas de las lomas disectadas del pseudoalbardón del Iberá (NE), y en Planicies y lomas arenosas por la intervención forestal.

Conclusiones

-La escala de trabajo seleccionada (1:200.000) fue apropiada para la identificación de Grandes Paisajes y Paisajes fisiográficos en función al objetivo del estudio.

-El sistema de información geográfica permitió integrar atributos relevantes desagregados en diversos trabajos.

-De los 11 Grandes Paisajes identificados, dos ocupan el 53,4% del área de trabajo: Depresión Iberana y Cordones en abanico, planicies y depresiones.

-Los Índices de Fragmentación natural para la escala y delineación planteada presentan una elevada variación; la menor fragmentación (alta uniformidad) se observó en la Planicie estructural del este y en la Depresión Iberana.

-La vegetación de “esteros” predomina en 5 de los 11 Grandes Paisajes; mientras que pastizales y praderas en los 6 restantes. La fisonomía de esteros es la de menor fragmentación pero de mayor representatividad geográfica con el 48,3 % de la superficie.

-La superficie con agua permanente representa el 43 % del total, a escalas de semidetalle pueden generarse divisiones de polígonos que permitan distinguir unidades que no correspondan a esta categorización y se desplacen hacia clases “inundables”.

- Existe una relación directa entre uso potencial específico y uso actual de las tierras ó vocación de uso. El avance de sistemas forestales se destaca del resto, tanto en el este (paleoalbardón del Iberá y planicie estructural del este) como en el oeste (planicies y lomas arenosas)

-Los bosques nativos se presentan altamente fragmentados, la mayor concentración se observa en la planicies tabuliformes escalonadas.

-En las imágenes de marzo abril de 1998 los valores de IV son mayores a los correspondientes a julio-agosto 2004, lo que indicaría un menor desarrollo de la biomasa en este último período.

-Las mayores variaciones en IV, debido a factores naturales se obtuvieron en 7 paisajes fisiográficos. La vegetación de los esteros de la Depresión Iberana, se presentaron como los más estables en ambas fechas; las lagunas sin vegetación en superficie, siempre presentaron un IV negativo.

-Existe un cúmulo de información adicional (vegetación- funcionamientos y modelos ecológicos) que podrían ser incluidos en este SIG con un esfuerzo adicional de amarres de posicionamiento geográfico.

Referencias citadas

- 1- Arbo, M. M. & Tressens, S. G. 2002. *Flora del Iberá*. EUDENE-UNNE 613 p.
- 2- Arqueros, M. X., Di Bella C. M., Movia C. P., 2000. Determinación de diferentes tipos de bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) a partir de la utilización de imágenes satelitales Landsat TM, fotografías aéreas y trabajo de campo, en el Paraje Trompul, Parque Nacional Lanín, Argentina. IX Simposio latinoamericano de Percepción Remota. 315-323. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina (6-10 noviembre).
- 3- Bailey. R. 1995. *Ecosystem Geography*. Springer. 204 p.
- 4- Cabrera, A. L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14 (1-2).
- 5- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la provincia de Corrientes. Gobierno de la provincia de Corrientes- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ed. del Autor. 324 p.
- 6- Carnevali, R. 2003. El Iberá y su entorno fitogeográfico. EUDENE-UNNE 112 p.
- 7- Chuvieco, E. 1995. *Fundamentos de teledetección espacial*. Segunda edición. Rialp. Madrid, España. 453 p.
- 8- ERDAS Field Guide 1997. Fourth Edition. Atlanta Georgia - USA. 656 p.
- 9- Escobar, E.H.; Ligier, H.D.; Melgar, R.; Matteio, H.; Vallejos, O. 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes. 1:500.000. Ed. Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente Prov. Corrientes – INTA Corrientes. 432 p.
- 10- Escobar, E.H; Matteio, H.R y Vallejos, O. 1992. Inventario de suelos y aptitud de las tierras bajas de los departamentos de San Martín, Gral. Alvear y Santo Tomé, Corrientes. EEA INTA Corrientes.
- 11- Escobar, E.H.; Carnevali, R.; Contreras H.J.; Melgar, R. 1983. Los suelos y la vegetación del área de influencia de la obras de Yaciretá. Provincia de Corrientes . Convenio INTA-CFI- Provincia de Corrientes. EEA INTA Corrientes. Tomos I a VI.
- 12- Escobar, E.H. y Carnevali R. 1981. Relevamiento de suelos y vegetación del macrosistema del Iberá. EEA INTA Corrientes (Convenio ICA-INTA). Informe Técnico. 219 p. y 2 mapas.
- 13- CNRS, 2000. Centro Nacional de Relevamiento de Suelos. CIRN Castelar. Libro de Campaña para la descripción y muestreo de Suelos. Trad. Servicio de Conservación de Recursos Naturales Lincoln Nebraska. Versión 1.1.
- 14- INCYTH, 1981. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica. 1981. Estudio del Macrosistema del Iberá. Centro Regional Litoral. Tomo II: Geomorfología. 152 p.
- 15- Klijn, F.; Udo de Haess, H.A. 1994. A hierarchical approach to ecosystems and its applications for ecological land classification. *Landscape Ecology*. 9: 89-104.
- 16- Ligier, H.D.; Kurtz, D.; Perucca, R.; Giménez, L.; López, J.A.. 2000. Identificación de calidad de sitio para pinos y eucaliptos según características fisiográficas y edáficas. PIA 44/96: SAGPyA- EEA INTA Corrientes. Informe Técnico, 141 p.
- 17- Ligier H.D. 1999. Aptitud de tierras para arroz bajo riego en Corrientes. Proyecto Regional Recursos Naturales- Proyecto Regional Arroz. EEA INTA Corrientes. Informe Técnico, 20 p.
- 18- Ligier, H.D.; Vallejos, O.; Perucca, R. y Matteio, H. 1998. La erosión hídrica en la provincia de Corrientes. 45 p. EEA INTA Corrientes. Informe Técnico, 45 p.
- 19- Ligier, H.D.; Vallejos, O. y Perucca, R. 1997. Limitaciones por exceso de agua en los suelos de Corrientes. EEA INTA Corrientes. Informe Técnico, 30 p.
- 20- Neiff, J.J. 2003. Los ambientes acuáticos y palustres del Iberá. En A.P de Neiff (ed.) *Limnología del Iberá*: 3-15. EUDENE-UNNE.
- 21- Neiff, J.J. 2003. Distribución de la vegetación acuática y palustre del Iberá. En A.P de Neiff (ed.) *Limnología del Iberá*: 17-66. EUDENE-UNNE.
- 22- Nilsson, C.; Grelsson G. 1995. The fragility of ecosystems: a review. *Journal of Applied Ecology*. 32: 677-692.

- 23- Paruelo, J. M. & Golluscio, R. A. 1994. Range assessment using remote sensing in Northwest Patagonia (Argentina). *Journal of Range Management* 47: 498-502.
- 24- Popolizio, E. 2004. Estudio del macrosistema Iberá. Tomo II: Geomorfología. Serie: Investigación y Ensayos. Geociencias. UNNE. Fac. Humanidades Resistencia, Chaco. 22: 137p.
- 25- Popolizio, E (a). 1977. Contribución a la geomorfología de la provincia de Corrientes. Centro de Geociencias Aplicadas. UNNE, Fac. de Ingeniería-Fac. Humanidades. N° 7: 45 p.
- 26- Popolizio, E (b). 1977. Contribución a la geomorfología de la provincia de Corrientes: Gráficos y fotos. Centro de Geociencias Aplicadas. UNNE, Fac. de Ingeniería-Fac. Humanidades. N° 8: 39p.
- 27- Soil Taxonomy 2003. A basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Novena edición. Soil Survey Staff, USDA-NRCS. 869 p.
- 28- Vela Coiffier P., Lozano García D. F. 2000. Distribución vegetal en el área de protección de flora y fauna de cuatro ciénagas, Coahuila, México. IX Simposio latinoamericano de Percepción Remota. 315-323. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina (6-10 noviembre)
- 29- Villota, H. 1997. Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica de terreno. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Centro de Investigaciones en Percepción Remota (CIAF). Santa Fé de Bogotá. Colombia. Serie 1: 27 p.