

Mapa de aptitud ecológica potencial para el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la provincia de Corrientes, Argentina

F. Schivo¹; P. Kandus¹; P. Minotti¹ y R. Quintana^{2, 3}

¹Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática, Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín. Peatonal Belgrano 3563, piso 1, 1650 San Martín, Pcia. de Buenos Aires, Argentina. Teléfono # +54 11 4580-7264 ext.106, Fax # +54 11 4580-7300. e-mail: fschivo@unsam.edu.ar; pkandus@unsam.edu.ar; priscilla.minotti@gmail.com

²Laboratorio de ecología regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160 - Ciudad Universitaria - C1428EGA Buenos Aires, Argentina. Teléfono # +54 11 4576-3300 ext.212, Fax # +54 11 4576-3354. e-mail: rubenq@ege.fcen.uba.ar

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

RESUMEN

El carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es un roedor semiacuático que habita en los humedales de Sudamérica. En Argentina, la provincia de Corrientes cuenta con las poblaciones más importantes de esta especie, las cuales se encuentran sometidas a una importante explotación comercial. En este trabajo se generó un modelo espacialmente explícito de aptitud ecológica potencial (AEP) para la especie en dicha provincia. Las variables consideradas en el modelo son indicadores de los elementos que condicionan fundamentalmente el hábitat y derivadas de documentos e información cartográfica pre-existent: el agua (A), que este roedor utiliza para termorregulación, cópula y medio de escape, y la vegetación para forraje (F), refugio (R) y descanso y abrigo para crías (D). Se generaron índices parciales a partir de los diferentes requerimientos ecológicos y su expresión espacial fue establecida a través de la utilización de sistemas de información geográfica (SIG). A partir de esta información se elaboró el modelo $AEP = (F+R+D+3A) \cdot A_{01}/6$, a partir de la combinación lineal de los índices parciales bajo la limitante de la presencia de agua (A_{01}) en celdas de análisis de 260 ha. La zona comprendida por el eje este-ros del Iberá – río Corriente sería la de mayor AEP para la especie. Las áreas al este y sudeste del Macrosistema Iberá presentaron los menores valores de AEP, asociados a la presencia de bosques xerófilos o sabanas fisonómicas con baja oferta hídrica y de forraje.

Palabras Clave: Carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), mapa aptitud potencial, humedales, paisaje, Sistemas de Información Geográfica.

ABSTRACT

The capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) is a semiaquatic rodent which lives in South American wetlands. In Argentina its most important populations are found in Corrientes province, being subject to intensive commercial exploitation. In this study, we developed a spatially explicit model of capybara's potential habitat suitability (PHS) for Corrientes. The variables included in this model are indicators of fundamental habitat requirements, and were derived from published documents and cartographic sources: water (W) used for thermoregulation and mating as well as a way for escape, and vegetation cover which is used as forage (F), shelter (S) and resting (R). Partial indexes were developed taking into account individual ecological requirements with their spatial expression defined using a geographical information system (GIS). The full model is a linear combination of the developed indexes in 260 ha analysis units, restricted by water presence (W_{01}): $PHS = (F+S+R+3W) \cdot W_{01}/6$. The highest PHS was found in the region along the Iberá Wetlands and Corriente river axis presents. East and southeast from the Iberá macro-system PHS values were the lowest, associated with the presence of xerophytic forests and savannas, which offer low water and forage.

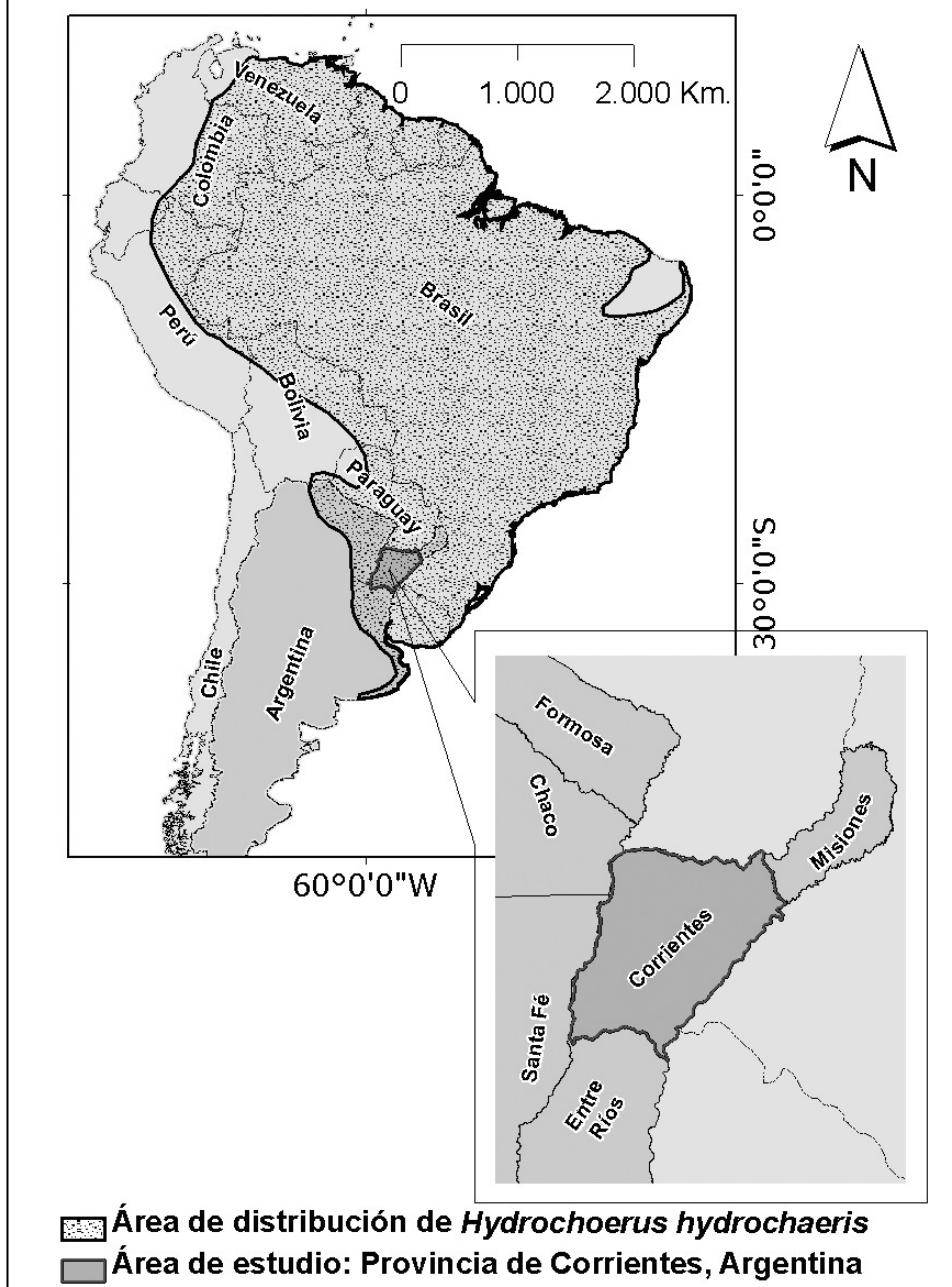
Keywords: Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), suitability potential, wetlands, landscape, Geographic Information Systems.

INTRODUCCIÓN

El carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus, 1766), es el roedor viviente más grande del mundo. Endémico del neotrópico, su distribución está particularmente asociada a la presencia de humedales tropicales y subtropicales de Sudamérica, desde Panamá hasta la provincia de Buenos Aires en la Argentina (Figura 1).

En la Argentina, las poblaciones más importantes de carpincho se encuentran en la provincia de Corrientes, donde constituye un recurso natural de importancia debido a que se trata de una de las especies de fauna silvestre más utilizadas (Quintana et al., 2005). El volumen de cueros exportados a nivel nacional promedió las 20.000 unidades aproximadamente entre los años 1997 y 2004, con un pico en el año 2.000 de 50.000 piezas (Bolkovic et al., 2006).

Figura 1: Área de distribución *Hydrochoerus hydrochaeris* en Sudamérica.



Adaptado de Ojasti, 1991 (área punteada). Ubicación de la provincia de Corrientes (gris oscuro), en el noreste de la Argentina, entre los 27° 14' y los 30° 45' S y entre 59° 37' y 55° 37' O.

En nuestro país, Adámoli et al. (1988) realizaron el primer mapa de aptitud potencial para esta especie en toda su área de distribución. Además, se realizaron estudios en poblaciones silvestres de carpinchos sobre uso de hábitat (Quintana, 1996), dieta e interacciones tróficas con ganado doméstico (Quintana et al., 1994; 1998a; 1998b; Quintana, 2002; 2003) y aspectos básicos de la biología reproductiva y alimenticia en cautiverio (Cueto, 1999 y Álvarez, 2002). Federico y Canziani (2003) confeccionaron un modelo de dinámica poblacional bajo una serie de suposiciones dada la escasa información de campo existente. En Corrientes se ha realizado un estudio sobre densidad y tamaño de grupo en distintos tipos de hábitats y bajo distintas presiones de caza (Quintana y Rabinovich, 1993). En otras regiones de su área de distribución, hay numerosos estudios pero éstos se realizaron en ambientes con condiciones climático-hidrológicas muy diferentes a los que se encuentran en nuestro país (e.g., Barreto y Herrera, 1998; Aldana-Domínguez et al., 2002; Forero-Montana et al., 2003).

A pesar de su importancia ecológica y socioeconómica, esta especie no cuenta aún con un plan de manejo a nivel nacional que posibilite su uso sostenible. Por esta razón, la Dirección de Fauna de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación ha planteado la necesidad de establecer una estrategia de manejo con todas las provincias que poseen poblaciones de este roedor (Bolkovic et al., 2006).

Dentro de este marco, la evaluación de una especie animal de importancia como recurso, puede ser analizada bajo un enfoque de la ecología de paisajes (Wiens, 1989). Este involucra la evaluación de la aptitud de su hábitat a partir del análisis de la oferta de recursos que satisfagan los requerimientos ecológicos de la especie en estudio. Se entiende como hábitat el lugar de vida de un organismo o comunidad y está caracterizado por sus propiedades físicas y/o bióticas (Allaby, 1998). El área de distribución en cambio, es inherente a la especie, y puede verse como un reflejo espacial del nicho; la especie aparece donde las condiciones ambientales son favorables y está ausente donde no existen condiciones necesarias para la supervivencia de la especie (Brown y Lomolino, 1998). En consecuencia se asume que la aptitud potencial del hábitat es función de la conjunción entre la estructura del paisaje y los requerimientos ecológicos de la fauna, y se facilita con el uso de herramientas en el marco de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Existen dos tipos de aproximaciones a los modelos de hábitat para la vida silvestre en el marco de un SIG, el inductivo y el deductivo. En los modelos inductivos se observan las características de las localidades donde la especie se encuentra presente, las cuales se analizan estadísticamente para determinar relaciones significativas y obtener variables indicadoras que se extrapolan al resto del área que se desea analizar. Finalmente, se identifican zonas similares a las que se conocen con la presencia de dicha especie. La forma deductiva, en cambio, parte del conocimiento a priori de los requerimientos de hábitat de la especie y por lo general emplea datos basados en la distribución espacial de factores ambientales conocidos, por lo que se va de lo general a lo particular. Dentro de este enfoque, se trata de estimar la aptitud del hábitat utilizando la información considerada importante en la selección del hábitat de la especie en estudio. El producto de estos modelos es usualmente un índice de aptitud de hábitat respecto a las condiciones ideales (Oak Ridge National Laboratory, 2008).

En el caso particular de este roedor, se asume que la presencia y la disposición espacial de los cuerpos de agua en el paisaje y las características de la vegetación constituirán los principales condicionantes de la aptitud de hábitat.

El objetivo de este trabajo es generar un modelo espacialmente explícito bajo una aproximación deductiva que describa la aptitud ecológica potencial (AEP) para el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la Provincia de Corrientes.

ELEMENTOS QUE DEFINEN EL CONTEXTO ECOLÓGICO AMBIENTAL

La provincia de Corrientes y sus ambientes

La provincia de Corrientes se encuentra en el noreste argentino (Figura 1), entre los 27° 14' y los 30° 45' latitud sur y entre 59° 37' y 55° 37' longitud oeste, con una extensión de aproximadamente 88.000 km². Compone, junto a las provincias de Misiones y Entre Ríos, la Región Mesopotámica, caracterizada por extensos recursos hídricos superficiales, compuestos principalmente por sistemas de ríos, arroyos, lagunas, esteros y bañados, cuyas aguas se originan básicamente de lluvias abundantes y se acumulan debido a las escasas pendientes, principalmente en sentido NE-SO, a su dificultoso drenaje y, en numerosos casos, por la presencia de capas sedimentarias impermeables (Cabrera, 1971). Integra una vasta cuenca sedimentaria con una historia geomorfológica compleja (Popolizio, 1977) y un relieve general bajo, asociada en gran parte a la deriva del cauce del río Paraná. En la provincia de Corrientes se encuentran presentes tres Distritos de sendas provincias fitogeográficas¹ con características propias que dan lugar a amplios ecotonos o zonas de transición en sus áreas de contacto (Cabrera, 1971): Provincia Chaqueña, Provincia del Espinal y Provincia Paranaense.

El Distrito Oriental de la Provincia Chaqueña, se encuentra constituido por un mosaico dominado por bosques xerófilos caducifolios predominantemente de quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), mezclados con palmares, sabanas y estepas halófilas. El Distrito del Ñandubay de la Provincia del Espinal, penetra en Corrientes desde el sur hasta el centro mismo de la provincia y está representado por un bosque xerófilo caducifolio. Además de contar con palmares, sabanas gramíneas, estepas gramíneas y estepas halófilas, comparte numerosas especies con la Provincia Chaqueña pero la vegetación leñosa dominante es de menor altura. Los árboles característicos son del género *Prosopis*, como el ñandubay (*Prosopis affinis*) y el algarrobo negro (*Prosopis nigra*). El Distrito de los Campos de la Provincia Paranaense, alcanza el extremo nordeste de Corrientes. En el límite sureste entra en contacto con el Dominio Chaqueño, dentro del territorio correntino, formando un amplio ecotono donde se mezclan y alternan selvas hidrófilas, bosques xerófilos, sabanas, esteros y lagunas. El tipo de vegetación predominante de este distrito es la selva, pero en Corrientes hay una clara dominancia de sabanas. Extensas áreas de esta formación vegetal han sido alteradas por la acción del hombre como desmonte para plantaciones de pinos y eucaliptos y para cultivo de yerba mate, cítricos y té.

Carnevali (1994), realizó una exhaustiva descripción de los patrones de vegetación en relación a las características ambientales de la Provincia. Este autor identificó 74 ambientes diferentes los cuales conforman un total de 62 unidades de paisaje que fueron cartografiadas a nivel de toda la provincia.

Hábitos y requerimientos del carpincho

Los patrones de actividad diaria del carpincho se desarrollan dentro del territorio de cada grupo social e involucran el uso de diferentes ambientes que componen las interfases tierra-agua (Jorgenson 1986; Ojasti, 1991). El agua es el medio donde el carpincho se aparea, en casos de peligro la usa como refugio o medio de escape y es esencial para complementar la función de termorregulación ya que sus glándulas sudoríparas son poco eficientes (Ojasti, 1973). Este roedor es un excelente nadador y puede bucear, pudiendo permanecer sumergido hasta 10 minutos y nadar sumergido hasta 300 m o permanecer oculto entre la vegetación acuática, dejando solo las narinas, ojos y orejas fuera del agua, con lo cual su presencia es casi imperceptible. Suele descansar bajo el abrigo natural que ofrece la vegetación herbácea alta, en el interior de bosques en galería e isletas, incluso en arbustales densos y en la orilla del agua (Quintana y Rabinovich, 1993; Quintana, 1996). En zonas anegadas construye "camas" aplastando la vegetación herbácea alta, con plantas tales como *Panicum grumosum* (carrizo), *Scirpus giganteus* (paja brava), *Schoenoplectus californicus* (junco), *Cortaderia selloana* (paja cortaderia) y *Melica macra* en Argentina (Quintana, 1996), mientras que en Venezuela se observó algo similar con *Thalia* sp. (totora) (Ojasti, 1973). Las áreas cercanas al agua suelen ser utilizadas para desparasitarse de garrapatas y otros ectoparásitos usando "revolcaderos" de barro en pe-

¹ Cabrera realizó una división fitogeográfica de la biósfera en 7 grandes regiones. En este sistema, la flora argentina queda completamente contenida en 3 de ellas (Región Neotropical, R. Oceánica y R. Antártica). Sobre esta base aplicó una subdivisión jerárquica en 5 dominios, 13 provincias y 29 distritos a partir de endemismos y predominancias de familias y especies.

queñas depresiones. El pastoreo se desarrolla en las zonas cercanas al cuerpo de agua, y al atardecer dicha actividad se intensifica en áreas abiertas, alejándose hasta 1 km de la fuente de agua (Ojasti, 1973; Quintana y Rabinovich 1993; Quintana, 1996).

El carpincho es un herbívoro selectivo (Barreto y Quintana, 2008) y estudios en el Bajo Delta muestran que su alimentación se basa principalmente en gramíneas de diversos tamaños y ciperáceas de bajo porte (Quintana, 2002; Quintana et al., 1998a; Quintana et al., 1998b); en Venezuela, se observó a este roedor alimentarse también de vegetación acuática como *Eichhornia* spp. (jacinto de agua) y otras plantas acuáticas (Herrera y MacDonald, 1989). Aun no hay datos publicados sobre preferencias de alimentación para la provincia de Corrientes.

En zonas sometidas a cierta presión de caza el carpincho hace uso de ambientes de vegetación densa compuesta por herbáceas altas (juncales, pajonales, totorales), arbustos o bien ambientes arbóreos como islas de bosque o bosques en galería, donde permanece oculto durante las horas diurnas, saliendo recién al atardecer a las áreas abiertas.

Respecto a los depredadores naturales, antiguamente los grandes felinos como el puma y el yaguararé (*Puma concolor*, *Panthera onca*) eran los más importantes. En la actualidad, tanto los zorros (*Dusicyon gymnocercus*) como los yacarés (*Caiman latirostris* y *C. yacare*) constituyen potenciales depredadores de las crías. Los caranchos (*Polyborus plancus*) y los jotes negros (*Coragyps atratus*) suelen atacar a las crías, principalmente en lugares abiertos (Ojasti, 1973; Jorgenson, 1986; Quintana, R. com. pers.). Actualmente, la desaparición de los grandes depredadores en muchas áreas coloca al ser humano como la principal amenaza para el carpincho.

MATERIALES Y MÉTODOS

Generación y organización de la base de datos

A partir del conocimiento ecológico existente para este roedor se identificaron los requerimientos básicos asociados a los principales elementos de su hábitat: el agua (A) usada para termorregulación, apareamiento y como medio de escape; y la vegetación como fuente de forraje (F), refugio (R) y descanso (D).

La oferta de agua se analizó a partir de cuatro capas de información en formato digital: esteros (suministrado por la Subsecretaría de recursos hídricos), lagunas, ríos permanentes y ríos transitorios (Instituto Geográfico Militar). Estas fueron ajustadas a una escala 1:100000, utilizando una cobertura de 8 imágenes Landsat 7 ETM+, con fecha entre los años 2000 y 2001 (Global Land Cover Facility, 2008), completando y corrigiendo cursos y cuerpos de agua. Se registraron todas ellas con la proyección WGS 1984, UTM Zona 21 Sur.

Para los requerimientos ecológicos cubiertos por la vegetación (F, R y D) se utilizó como fuente de información la descripción fitogeográfica de Carnevali (1994). Estos requerimientos se analizaron a 3 niveles diferentes en respectivas bases de datos: Especies, Ambientes, Unidades de Paisaje. Las unidades de paisaje (UP) propuestas por este autor fueron digitalizadas en formato vectorial y ajustadas a las imágenes antes mencionadas (Figura 2). Las UP se atribuyeron con información sobre la composición y cobertura vegetal informada por Carnevali (1994).

Para la base de datos del nivel de Especies se consideraron sólo las especies con cobertura igual o mayor al 1%. Las mismas fueron agrupadas en categorías en función de los criterios propuestos por Quintana y Bolkovic (2007) para su modelo de aptitud de hábitat (tabla 1).

Tabla 1: Reglas de decisión para la asignación de los valores de forraje (F), refugio (R) y descanso y abrigo para crías (D) para las categorías en las que se agruparon las especies.

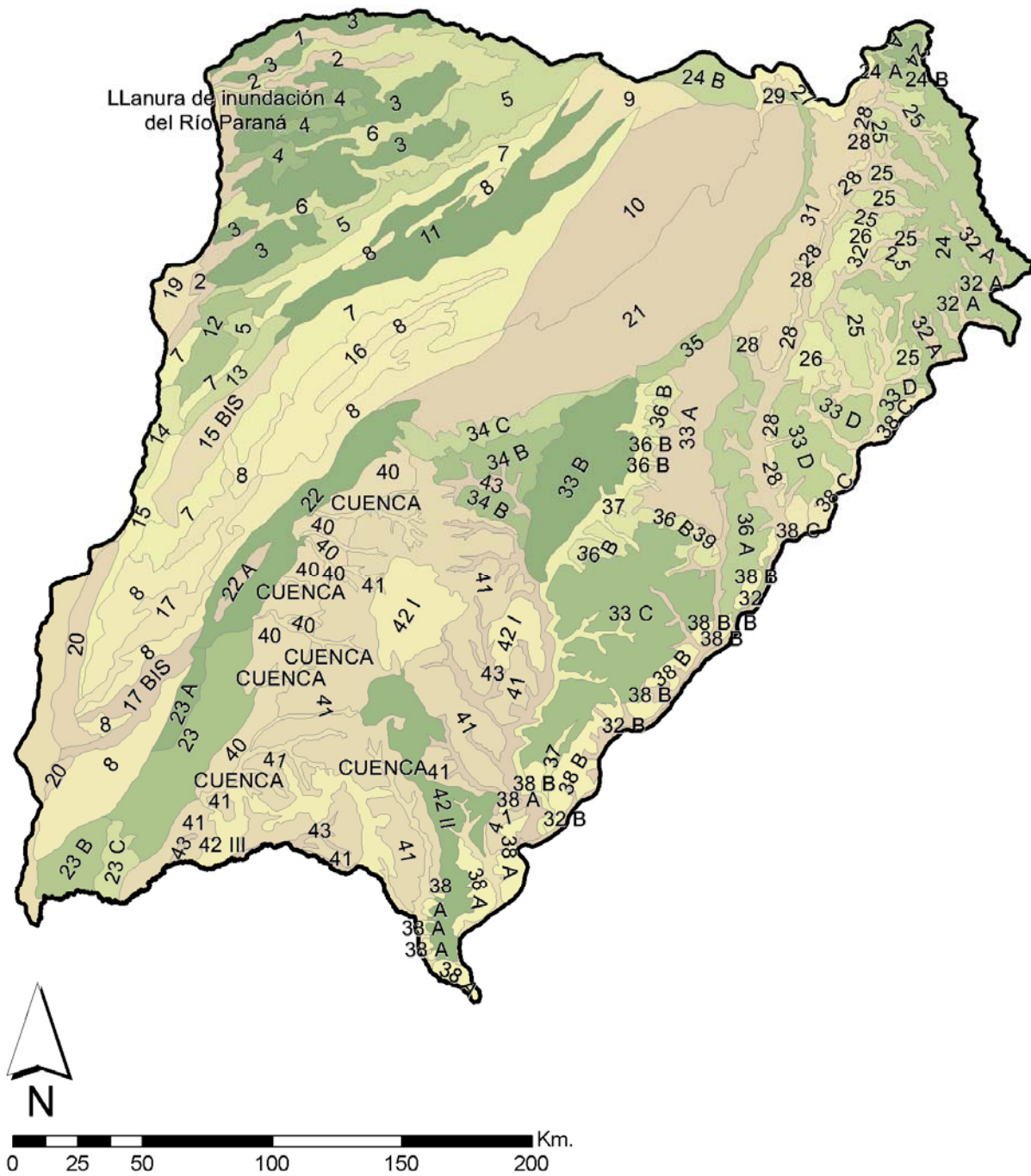
Capa de información	Ecuación de reescalado de la variable	Mínimo/ Máximo	Reescalado
Ríos transitorios	$y = 0,003 * x$	0	0
		9114,260	25
Ríos permanentes	$y = 0,007 * x$	0	0
		7023,707	50
Esteros	$y = 0,192 * x$	0	0
		260	50
Lagunas	$y = 0,096 * x$	0	0
		260	25
Oferta Hídrica Total	$y = 0,667 * x$	0	0
		150	100

Para el valor de R y D se agruparon todas las herbáceas en una única categoría (las que habían sido separadas en 3 categorías sólo para la estimación del valor de F). (*Dentro de las "Arbustivas", el género *Solanum* resultó ser el único presente en los análisis de dieta, por lo cual se le asignó un valor de 3 para dicho requerimiento ecológico; Quintana et al., 1998b).

Para definir la aptitud relacionada a F se consideraron los antecedentes sobre dieta del carpincho (Quintana et al., 1994; Quintana et al., 1998a; Quintana et al., 1998b; Quintana, 2002; Barreto y Herrera, 1998). Para asignar el valor de forraje se utilizaron las listas de especies presentes en los estudios de dieta antes mencionados, llevando a nivel género y adaptando los criterios propuestos por el modelo de aptitud de hábitat (Quintana y Bolkovic, 2007). Se otorgó una escala de valor *Alto*, *Medio*, *Bajo* o *Nulo* en función de la frecuencia de aparición de cada ítem en los estudios de dieta. Al género *Solanum* se le atribuyó un valor alto como F por estar presente en los análisis de dieta (Quintana et al., 1998b), como única excepción dentro de la categoría "Arbustiva".

La evaluación de la aptitud para R y D se basó en trabajos sobre uso de hábitat que permitieran identificar características de la vegetación asociada a los ambientes utilizados por este roedor (de Barros Ferraz et al., 2007; Quintana, 1996; Quintana y Bolkovic, 2007; Quintana y Rabinovich, 1993; Herrera y MacDonald, 1989; Ojasti, 1973). La definición operativa de R y D se basó en datos bibliográficos sobre el potencial uso de la vegetación para la construcción de camas y para permitir el descanso, o refugio contra depredadores, en función de la categoría vegetal y su altura media (Ojasti, 1973; Jorgenson, 1986; Quintana y Rabinovich, 1993; Quintana, 1996).

Figura 2: Zonificación de la provincia de Corrientes en unidades de paisaje propuesto por Carnevali (1994).



Los números identifican a las unidades de paisaje.

La aptitud para refugio se categorizó según el tipo de vegetación. La vegetación arbustiva y las herbáceas mayores a 1,2 m de altura (dos veces la altura media hasta la cruz del carpincho) resultaron ser las más utilizadas, por lo que se le asignó un valor *Alto*. A las arbóreas, las herbáceas de altura entre 0,8 y 1,2 m, y las acuáticas se les asignó valor *Medio* de refugio; las herbáceas de entre 0,4 y 0,8 m valor *Bajo*, y valor *Nulo* a las inferiores que 0,4 m.

Las arbóreas poseen un valor *Alto* para descanso, ya que la sombra que su copa proyecta constituye un elemento importante para esta especie. Las herbáceas se dividieron por su altura en mayores y menores a 1 m (*Alto* y *Bajo* respectivamente) por la posibilidad de formar “camas” aplastándolas. Las especies arbustivas se dividieron por su altura en tres intervalos: mayores a 1 m, entre 0,5 y 1 m, y menores de 0,5 m, con valores *Alto*, *Medio* y *Bajo* respectivamente. A las plantas acuáticas se le asignó un valor *Alto* por ser indicadoras de ambientes donde este roedor permanece gran parte del día descansando.

Los valores *Alto*, *Medio*, *Bajo* y *Nulo* de aptitud de hábitat de cada requerimiento se tradujeron a números por una cuestión operativa tomando los valores 3, 2, 1 y 0 respectivamente (tabla 1).

Análisis de los datos

Para facilitar la integración de las distintas bases de datos y calcular los requerimientos ecológicos del carpincho, se subdividió al territorio correntino en unidades hexagonales de 260 ha. Esta superficie es equivalente al área inscrita en una circunferencia de 1 km. de radio, que representa la máxima distancia de alejamiento del carpincho de las fuentes de agua (Ojasti, 1973; Quintana y Rabinovich, 1993). Esta superficie es similar al área de acción de un grupo de carpinchos definida para el Pantanal, en Brasil (Schaller y Crawshaw, 1981), el que comparte cierta similitud ecológica con los Esteros del Iberá. La extracción de información para cada unidad hexagonal se realizó con el análisis por regiones a partir del módulo de análisis de parches (*Patch Analyst*, ESRI, 2005, ArcGis, Versión 9.1, Environmental Systems Research Institute).

Para evaluar la disponibilidad de agua se analizó su presencia dentro de cada unidad hexagonal. La oferta hídrica de ríos permanentes y transitorios se midió como la longitud total de los segmentos de cada tipo. La oferta de los ambientes lénticos (esteros y lagunas), en cambio, se consideró como la suma de superficies. Para calcular la oferta hídrica total por unidad hexagonal se tuvo en cuenta el hecho que los aportes de cada tipo no son ecológicamente equivalentes, y por lo tanto se hizo necesario ponderarlos, mediante un cambio de intervalo de variación. Los valores de oferta de los ríos permanentes se transformaron a una escala entre 0 y 50, tomando en cuenta la longitud máxima de segmento observada para el conjunto de unidades hexagonales. En el caso de los ríos transitorios la escala se ajustó al intervalo 0-25, por su carácter temporal a lo largo del año como fuente de agua. Se trabajó de forma similar con los Esteros y las lagunas, considerando a estas últimas con carácter temporario por no tenerse información sobre su estabilidad en el tiempo. El intervalo de valores varía entre 0 (cuando no hay ningún tipo de fuente de agua dentro del área de análisis) a 100 (todo el hexágono cubierto) (tabla 2).

La base de datos del nivel de Ambientes considera la composición de especies vegetales por ambiente y la separación en estratos con sus respectivas coberturas a partir de la información fitogeográfica disponible en el trabajo de Carnevali (1994). Para cada requerimiento se sumó el valor de cada especie por estrato en cada ambiente y se los ponderó por su cobertura dentro de los mismos. Para el cálculo por ambiente se sumaron los valores de los estratos, considerando su cobertura. En los casos en los que se nombraba el tipo de formación sin dato de, el valor de cobertura del estrato leñoso fue asignado sobre la base de una serie de reglas de decisión (tabla 3). En los casos en los que no se indicaba la cobertura de las especies o de los estratos se tomó el criterio de asignarle a cada una la misma cobertura.

Tabla 2: Ecuaciones de cambio de escala para cada una de las capas de información utilizadas en el cálculo de la Oferta Hídrica Total; donde x longitud de ríos en m o superficie en ha para los esteros y lagunas, y es la variable en la nueva escala.

Capa de información	Ecuación de reescalado de la variable	Mínimo/ Máximo	Reescalado
Ríos transitorios	$y = 0,003 * x$	0	0
		9114,260	25
Ríos permanentes	$y = 0,007 * x$	0	0
		7023,707	50
Esteros	$y = 0,192 * x$	0	0
		260	50
Lagunas	$y = 0,096 * x$	0	0
		260	25
Oferta Hídrica Total	$y = 0,667 * x$	0	0
		150	100

Tabla 3: Reglas de decisión para la asignación de los valores cobertura del estrato leñoso para distintas formaciones.

Tipo de formación leñosa	Cobertura del estrato leñoso
Bosque Cerrado	75%
Bosque Abierto	37,50%
Bosque Claro	12,5%
Islas o Mogotes	10%
Relicto - Sabana	5%
Difuso - Poco notable - Poco importante - Escaso	1%

La tercera base de datos sobre vegetación corresponde al nivel de Unidad de Paisaje (UP). Cada una está compuesta por una combinación de ambientes con una cobertura particular (Carnevali, 1994). Al igual que con las especies y los estratos, en los casos en los que esta no se informaba, se adoptó como criterio el de dividirla en forma equitativa entre todos los ambientes presentes en dicha unidad. De la misma forma en que se ponderaron los requerimientos ecológicos para cada ambiente en función del aporte de cada especie que lo conformaba, en esta escala se utilizó el mismo criterio, pesando el aporte de cada ambiente por su porcentaje de cobertura para calcular el valor de F, R y D por UP (Anexo I). Estos valores se llevaron a una escala porcentual y se asignaron a cada una de las unidades en el archivo digitalizado. Se intersectaron la capa de unidades con las unidades de análisis hexagonales y por tabulación cruzada se obtuvieron los valores de F, R y D por cada hexágono.

La aptitud ecológica potencial (AEP) representa la aptitud de hábitat sin considerar el factor humano de toda la provincia de Corrientes. Se obtuvo para cada hexágono por sumatoria espacial de las capas que cubren las diferentes necesidades ecológicas asociadas a la oferta hídrica y a la de vegetación. Se le aplicó una limitante como producto de capas, dada por la presencia/ausencia de agua dentro de la celda por ser un requerimiento indispensable para el carpincho. Esta capa se obtuvo por una reclasificación en 0 si no presentaba agua dentro de la celda y 1 en el caso contrario. Por último se reescaló a valores entre 0 y 100 dividiendo por 6, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$AEP = ((F + R + D + 3*A) * A_{01}) / 6 \quad (\text{Eq. 1})$$

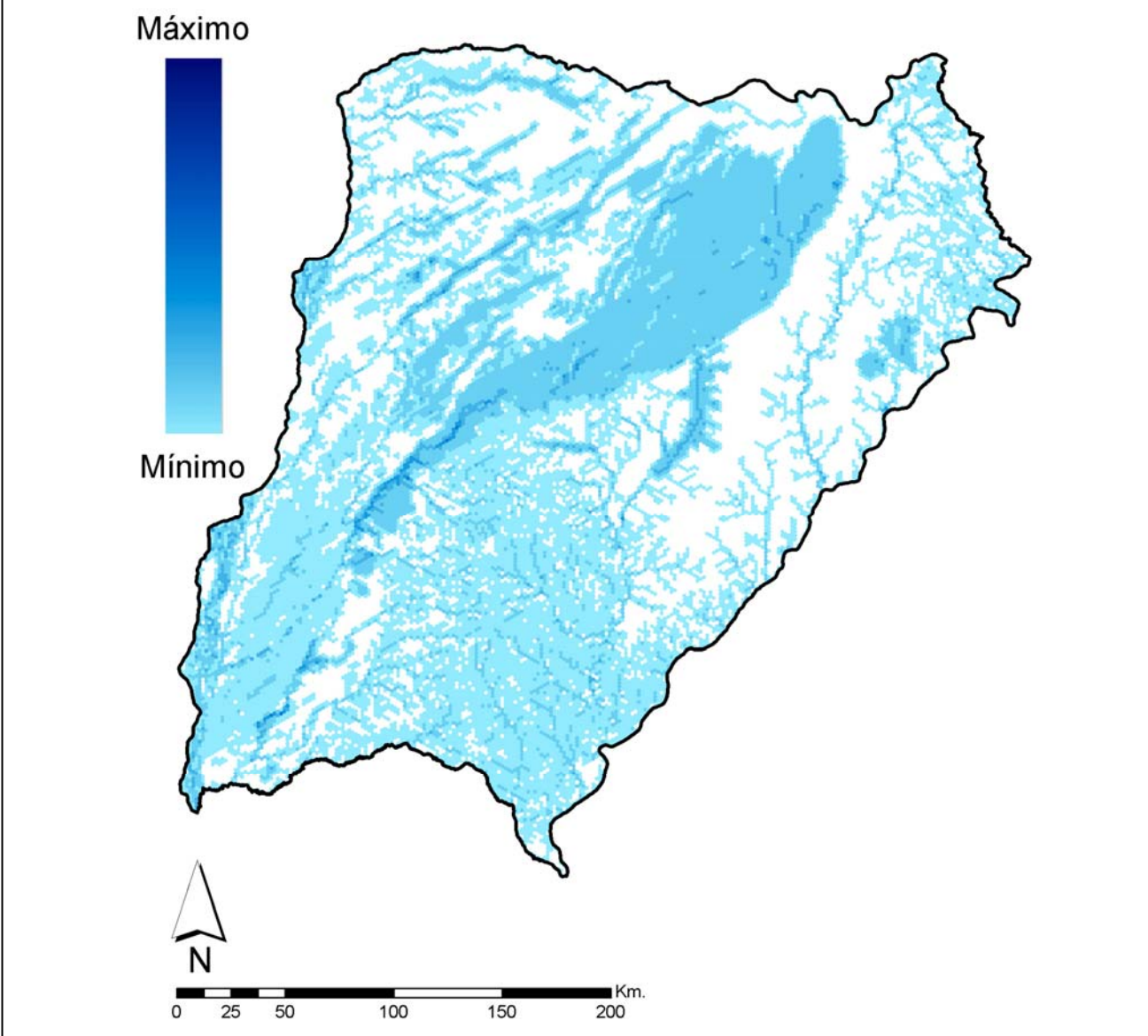
Siendo F: valor de aptitud de forraje, R: valor de aptitud de refugio, D: valor de aptitud de descanso y abrigo de crías, A: oferta hídrica total y A_{01} : capa de restricción por ausencia de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron y valoraron un total de 250 especies pertenecientes a 59 familias, para cada uno de los requerimientos de vida asociados con la vegetación. Las especies conforman 77 ambientes diferentes, los cuales se agrupan en 62 unidades de paisaje (Anexo I).

Las áreas de mayor oferta hídrica resultaron asociadas a los esteros que conforman grandes superficies cubiertas por agua. Además, su drenaje natural, formado por el río Corriente y los esteros del Miriñay mostraron valores altos, al igual que la llanura actual de inundación del río Paraná, sobre las costas occidentales de la provincia de Corrientes (Figura 3).

Figura 3: Oferta hídrica total en la Provincia de Corrientes.

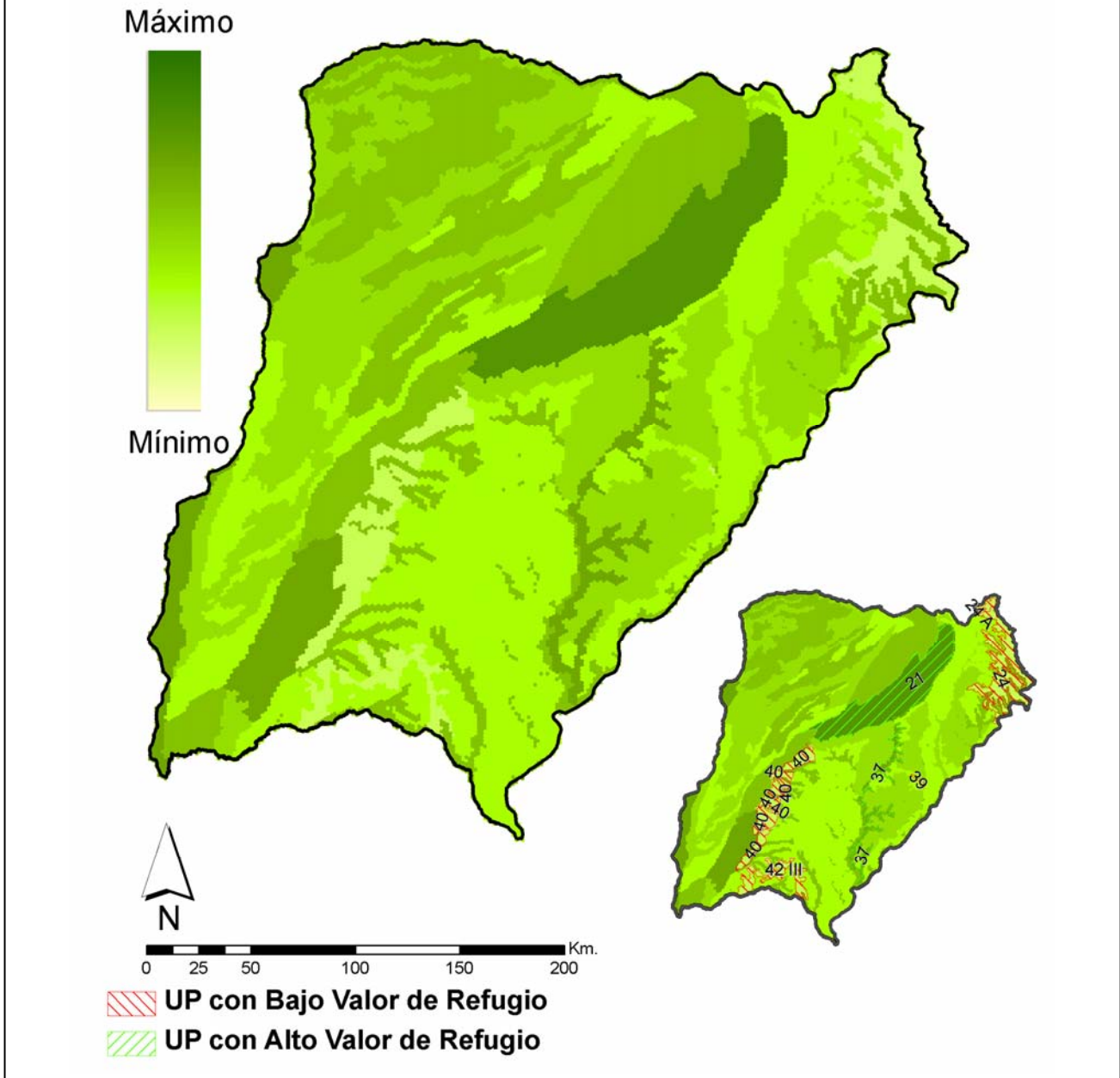


Resultado de la sumatoria espacial de las ofertas dadas por los ríos permanentes y transitorios, las lagunas y los esteros.

La aptitud del hábitat para alimentación, refugio, descanso y abrigo de crías se obtuvo del análisis de la cobertura de la vegetación tanto de las UP y de los ambientes que las conforman (Figuras 4, 5 y 6).

Las UP que registraron un mayor valor de aptitud para alimentación fueron aquellas en las que predominan los ambientes con gran cobertura de gramíneas o ciperáceas menores a 1 m de altura tales como malezales, pastizales y prados. Las menores ofertas de forraje se presentan en las UP que cuentan con el mayor desarrollo de uno o más estratos arbóreos que limitan el desarrollo de los estratos herbáceos inferiores, que son los que más aportan en el alimento de este roedor, ejemplos son los paisajes dominados por bosques ribereños y xerohalófilos (Figura 4).

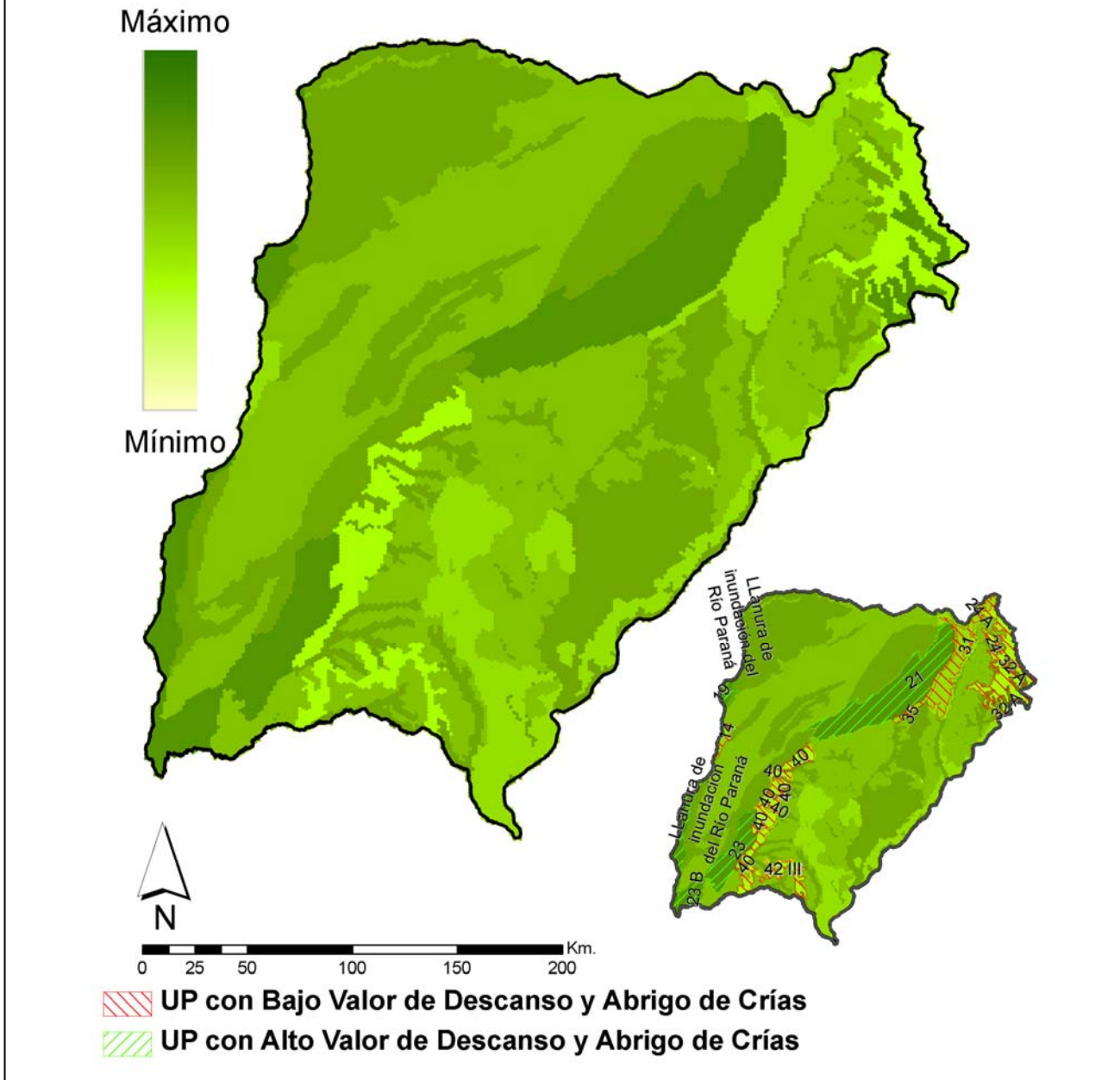
Figura 5: Oferta de refugio en la Provincia de Corrientes.



Se calculó a partir de la composición de la vegetación de cada unidad de paisaje (UP). En el mapa inferior derecho se destacan las unidades con valores extremos máximos y mínimos para la oferta de dicho requerimiento.

La mejor oferta para el descanso y el abrigo de las crías del carpincho se registró en las UP con cobertura importante de leñosas, sean en forma de bosques o selva o con una importante cobertura por parte de ciperáceas y gramíneas altas (pajonales, pirizales, juncuales), utilizadas para formar camas. En estos sitios suelen pasar varias horas al día. Por otro lado, las UP con menores valores fueron las compuestas por vegetación herbácea baja y con presencia de suelo desnudo (Figura 6).

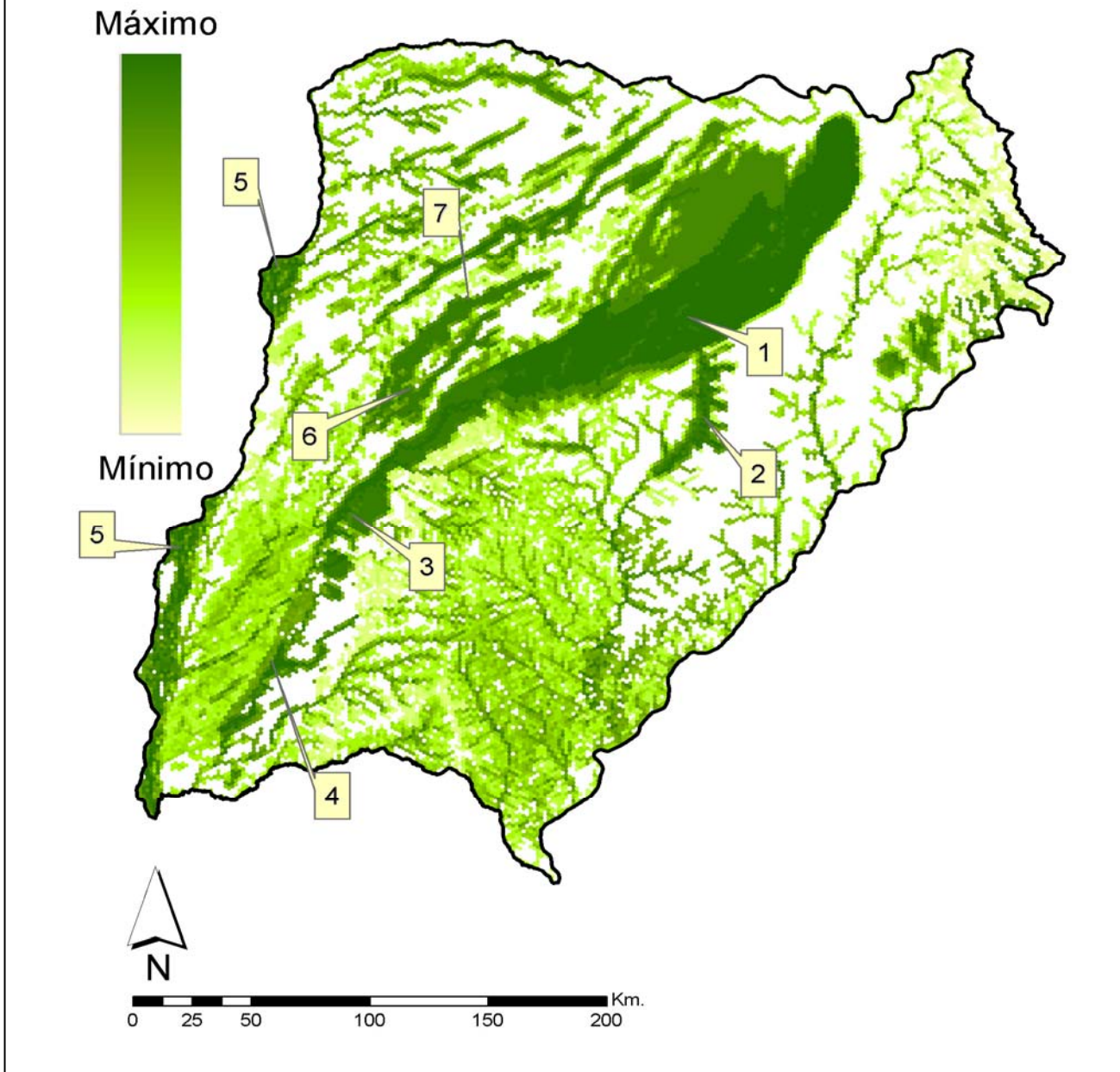
Figura 6: Oferta de descanso y abrigo de crías en la Provincia de Corrientes.



Obtenido a partir de la composición de la vegetación de cada unidad de paisaje (UP). En el mapa inferior derecho se destacan las unidades con valores extremos máximos y mínimos para la oferta de dicho requerimiento.

Los valores más altos de aptitud de hábitat para cubrir simultáneamente todos los requisitos de vida del carpincho (AEP) se encontraron en el corredor de Esteros del Iberá, su drenaje natural por el Río Corriente y el Río Guayquiraró conjuntamente con los esteros Batel, Batelito y Santa Lucía, al oeste del Iberá (Figura 7). También se obtuvo una buena combinación de las distintas variables sobre la planicie de inundación actual del Río Paraná y la primera porción del drenaje secundario del sistema iberoano perteneciente a la unidad de paisaje de los esteros del Miriñay. En dicha figura, las áreas con valores nulos de aptitud se muestran en tonos claros y se debe principalmente a la ausencia de agua dentro de la unidad de análisis, un requerimiento indispensable para el establecimiento de las poblaciones de este roedor, al este de los esteros del Iberá y Miriñay. También se registran en las zonas elevadas, sobre los planos de terraza, caracterizadas por la presencia de sabanas de quebrachales (*Schinopsis balansae*), al noroeste de la provincia.

Figura 7. Aptitud ecológica potencial (AEP) para el carpincho en la Provincia de Corrientes.



Calculado a partir de la contribución de los valores de los requerimientos ecológicos asociados a la oferta hídrica y al tipo de vegetación. Se destacan las áreas que presentaron los mayores valores de aptitud ecológica potencial: 1-Esteros del Iberá, 2-Esteros del Miriñay, 3-Río Corriente, 4-Río Guayquiraró, 5-Planicie de inundación del río Paraná, 6-Esteros Batel-Batelito, 7-Esteros Santa Lucía.

CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados en este trabajo permiten tener una primera aproximación de la aptitud potencial de la provincia de Corrientes para este roedor. A partir de este modelo, actualmente se está realizando una segunda etapa en la cual se están incorporando variables que permitan estimar la influencia de factores antrópicos sobre dicha aptitud.

Todos los productos obtenidos presentan una calidad homogénea para todo el territorio provincial dado que el nivel de información utilizado para cada una de las variables consideradas fue uniforme para el área de estudio.

El mismo resultado de este trabajo constituye una hipótesis dado que el modelo final es una predicción sobre la distribución potencial de carpinchos a escala regional a fin de generar herramientas que contribuyan a su manejo sostenible.

A partir de la valoración por especie vegetal y del análisis de la oferta hídrica se destacan como áreas que presentan los valores de requerimientos ecológicos más elevados, bajo el índice AEP, los paisajes que cuentan con la presencia de ambientes de esteros (e.g.: Iberá, Batel-Batelito, Santa Lucía, Miriñay). En los mismos se conjuga una importante oferta hídrica junto con la vegetación compuesta por gramíneas y ciperáceas bajas en las interfases que contribuyen con un alto valor de forraje y las de alto porte que cubren los requerimientos de refugio y descanso. Sin embargo, cabe destacar que el valor de refugio pierde peso en aquellas áreas de baja o nula presión de caza, por lo que puede constituir un requerimiento con un menor peso relativo a la hora de considerar los factores de impacto negativo sobre las poblaciones de carpinchos. Por otro lado, los menores valores se registran en áreas elevadas cubiertas por bosques xerófilos o sabanas abiertas con superficies de suelo desnudo. En ellos se combinan la baja oferta hídrica junto a bajos valores para alimento.

Finalmente, cabe destacar que en este trabajo no se tomó en cuenta la variación estacional, tanto para la oferta hídrica como para la cobertura de la vegetación. El cambio intraanual podría generar mapas de aptitud diferenciando las temporadas de “aguas altas” de las de “aguas bajas”. Por otra parte, la escala de análisis utilizada para la vegetación no permite el estudio a niveles locales, ya que la mínima unidad en el mapa es la de paisaje. Sin embargo, este modelo podría usarse para la selección de unidades de paisaje y generar mapas de aptitud a escala local ajustando el modelo usado en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Fauna de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y a M. L. Bolkovic por su apoyo para el presente trabajo. Este trabajo ha sido realizado con el apoyo del subsidio UBACyT X-481 de la Universidad de Buenos Aires y con fondos de la Dirección de Fauna de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

BIBLIOGRAFÍA

- Adámoli, J., E. Sennhauser, E. Astrada y J. L. Agraz. 1988. Propuesta para la delimitación del área geográfica potencial de los carpinchos en Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires. 88 pp.
- Aldana Domínguez, J., J. Forero-Montana, J. Betancur y J. Cavelier. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*: Rodentia) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24(2): 445-458.
- Allaby, M. (Ed.). 1998. A Dictionary of Ecology, Second ed. Oxford University Press, Oxford. 480 pp.
- Álvarez, M. 2002. Manejo sustentable del carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus 1766) en Argentina: un aporte al conocimiento de la biología de la especie desde la cría en cautiverio. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 123 pp.

- Barreto, G. R. y E. Herrera. 1998. Foraging patterns of capybaras in a seasonally flooded savanna of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 14: 87-98.
- Barreto, G. y R. D. Quintana. 2008. Feeding habits of capybara. En: J. R. Moreira, K. M. P. M. de B. Ferraz, E. A. Herrera y D. W. MacDonald (Eds.) *Capybara: biology, use and conservation*. Springer, New York.
- Bolkovic, M. L., R. D. Quintana, D. Ramadori, M. Elisech y J. Rabinovich. 2006. Proyecto Carpincho. Propuesta para el uso sustentable del carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Argentina. En: M. L. Bolkovic y D. Ramadori (Eds.) *Manejo de fauna silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable*. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. Pp: 105-119.
- Brown, J. y M. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA. 692 pp.
- Cabrera, A. L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, Vol. XIV, N°1-2.
- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes. Gobierno de la Provincia de Corrientes, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Corrientes. 324 pp.
- Cueto, G. 1999. Biología reproductiva y crecimiento del carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en cautiverio: una interpretación de las estrategias poblacionales. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 151 pp.
- de Barros, K. M.; S. F. de Barros Ferraz; J. R. Moreira; H. T. Couto y L. M. Verdade. 2007. Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) distribution in agroecosystems: a cross-scale habitat analysis. *Journal of Biogeography* 34: 223-230.
- Federico, P. y G. Canziani. 2003. Modelo de dinámica poblacional de carpinchos (*Hydrochaeris hydrochaeris*) incluyendo cosecha. En: G. Canziani, C. Rossi; S. Loiselle y R. Ferrati (Eds.) *Los esteros del Iberá. Informe del proyecto "El manejo sustentable de los recursos de humedales en el MERCOSUR"*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. Pp: 177-183.
- Forero-Montana, J.; J. Betancur y J. Cavelier. 2003. Dieta del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*: Rodentia: Hydrochaeridae) en Caño Limón, Arauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 51: 571-578.
- Global Land Cover Facility, 2008. University of Maryland, Maryland, U.S.A. On line: URL [<http://www.landcover.org/index.shtml>].
- Herrera, E. y D. MacDonald. 1989. Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology* 58: 667-679.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1: 31-40.
- Oak Ridge National Laboratory, 2008. Department of Energy, Oak Ridge, U.S.A. On line: URL [<http://www.esd.ornl.gov/programs/SERDP/EcoModels/habmodel.html>].
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), Caracas. 275 pp.
- Ojasti, J. 1991. Human exploitation of capybara. En: J. G. Robinson y K. H. Redford (Eds.) *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago University Press, Chicago. Pp: 236-253
- Popolizio, E. 1977. Contribución a la geomorfología de la provincia de Corrientes. Centro Geociencias Aplicadas N° 7 y 8. UNNE. Resistencia.
- Quintana, R. D. 1996. Análisis y evaluación del hábitat del carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en relación con la heterogeneidad del paisaje y las interacciones con ganado doméstico. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires.
- Quintana, R. D. 2002. Influence of livestock grazing on the capybara's trophic niche and forage preferences". *Acta Theriologica* 47 (2): 175-183.

- Quintana, R. D. 2003. Seasonal effects on overlap trophic niche between capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) and livestock and on trophic niche breadths in a rangeland of Central Entre Ríos, Argentina. *Mammalia* 67 (1): 33-40.
- Quintana, R. D. y J. Rabinovich. 1993. Assessment of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes, Argentina. *Wetlands Ecology and Management* 2 (4): 223-230.
- Quintana, R. D., S. Monge y A. I. Malvárez. 1994. Feeding habits of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in afforestation areas of the Lower Delta of the Paraná River, Argentina. *Mammalia* 58 (4): 569-580.
- Quintana, R. D., S. Monge y A. I. Malvárez. 1998a. Composición y diversidad de las dietas del capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y del ganado doméstico en un agroecosistema del centro de Entre Ríos, Argentina. *Ecotrópicos* 11(1): 34-44.
- Quintana, R. D.; S. Monge y A. I. Malvárez. 1998b. Feeding patterns of capybara *Hydrochaeris hydrochaeris* (Rodentia, HYDROCHAERIDAE) and cattle in the non-insular area of the Lower Delta of the Paraná River, Argentina. *Mammalia*, 62(1): 37-52.
- Quintana, R. D., M. L. Bolkovic, D. Ramadori y J. E. Rabinovich. 2005. Perspectivas para el manejo de poblaciones de carpinchos en Argentina y la conservación de los humedales. En: J. Peteán y J. Capatto (Comps) *Humedales Fluviales en América del Sur. Hacia un manejo sustentable*. Ediciones PROTEGER, Fundación Proteger, Santa Fe. Pp: 521-534.
- Quintana, R. D. y M. L. Bolkovic. 2007. Modelo de aptitud de hábitat: Carpincho. En: M. E. Zaccagnini y V. Rosatti (Eds.) *Serie: Modelos de aptitud de hábitat de biodiversidad de Argentina*. INTA, Buenos Aires. (En prensa).
- Schaller, G. B. y P. G. Crawshaw. 1981. Social dynamics of a capybara population. *Saugetierkundliche Mitteilungen* 29: 3-16.
- Wiens, J. A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3: 385–397.

Anexo en pagina siguiente

ANEXO 1

Listado de unidades de paisaje y su valor para los requerimientos ecológicos asociados a la vegetación: forraje, refugio y descanso y abrigo para crías.

Unidad de Paisaje	Forraje	Refugio	Descanso y abrigo de crías
1	65	44	57
2	67	45	61
3	75	51	65
4	84	45	61
5	88	42	57
6	67	53	65
7	63	41	57
8	79	38	54
10	66	51	62
11	79	50	60
16	78	56	64
14	72	30	46
15	58	36	51
15 BIS	72	42	59
17 BIS	66	46	61
20	53	48	67
17	72	48	59
13	72	49	63
12	83	41	53
9	90	40	52
19	69	64	73
21	77	72	72
22	71	52	66
23	69	62	73
22 A	73	51	67
23 A	70	60	69
23 B	43	55	77
23 C	78	42	57
Llanura de inundación e Islas del Paraná	69	64	73
37	67	67	67

Unidad de Paisaje	Forraje	Refugio	Descanso y abrigo de crías
33 A	100	49	63
33 B	88	41	55
33 C	94	44	60
36 A	89	39	57
36 B	63	39	55
39	78	23	34
35	84	34	45
38 A	90	32	43
38 B	82	36	49
38 C	82	36	49
32 B	62	56	62
40	79	30	36
41	74	38	54
43	49	61	69
42 I	86	30	49
42 II	95	33	50
42 III	81	28	42
34 B	72	38	51
34 C	85	41	55
Cuencas de arroyos	49	61	69
24	61	22	37
25	68	33	50
27	68	39	55
24 A	72	23	40
24 B	59	53	60
32 A	67	60	71
26	86	42	55
29	80	43	50
31	79	39	45
28	70	32	49
33 D	71	46	59
32	75	50	63