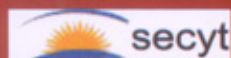


# Panorama de la Ecología de Paisajes en Argentina y Países Sudamericanos

Editora: *Silvia D. Matteucci*



Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA)



Secretaría de Ciencia y Técnica



▪ Ediciones

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



574 Panorama de la ecología de paisajes en Argentina y  
P19 países sudamericanos / editora: Silvia D. Matteucci.  
Buenos Aires : Ediciones INTA, 2007.  
490 p. : il.; cuadros

ISBN: 978-987-521-251-0

ECOLOGIA PAISAJE ECOLOGIA FORESTAL ARGENTINA  
AMERICA DEL SUR

INTA - DDIB

## MATERIALES ARQUEOLÓGICOS Y PATRONES ESPACIALES: TRES AÑOS DE TRABAJO EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA ECOLOGÍA DE PAISAJES Y LA ARQUEOLOGÍA

Silvia D. Matteucci<sup>1</sup> y Vivian G. Scheinsohn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CONICET-Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente, FADU, UBA

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL), CONICET, smatt@gepama.com.ar; scheinso@mail.retina.ar

### RESUMEN

Los seres humanos viven y se mueven en el marco de paisajes. Así, los conceptos y modelos desarrollados en la ecología de paisajes permiten analizar la conducta humana pasada a partir de los materiales arqueológicos que han quedado distribuidos en el paisaje.

En el marco de la corriente que se dio en llamar Arqueología del Paisaje, en la década del 90 algunos arqueólogos comenzaron a explorar las posibilidades que brindaban los conceptos y modelos desarrollados en la ecología de paisajes para explicar la conducta humana. Así, se produjo en la arqueología un desplazamiento desde consideraciones meramente espaciales y/o regionales, a la posibilidad de incluir las distribuciones de materiales arqueológicas dentro de un espacio calificado teóricamente como paisaje.

En este caso presentamos algunos de los resultados alcanzados en la aplicación de conceptos y modelos de la ecología de paisajes a los trabajos arqueológicos realizados en la Comarca Andina del Paralelo 42° (NO de la Provincia de Chubut – SE de la Provincia de Río Negro, Patagonia Argentina). Esta es un área con una densa cobertura vegetal que dificulta la localización de materiales arqueológicos, por lo que el uso de estos modelos es una herramienta clave para ubicar materiales arqueológicos que no son directamente “visibles”. Nuestros trabajos han demostrado la relación existente entre la disposición de sitios con arte rupestre ya conocidos y corredores y parches de hábitat postulados a partir de variables conductuales y ambientales, permitiendo así realizar trabajos de prospección intensivos en aquellas áreas donde el modelo predice la presencia de materiales, con el consiguiente ahorro de tiempo y costos.

Palabras clave: modelos de hábitat, arqueología del paisaje, cazadores-recolectores, Patagonia

**ABSTRACT** (Archaeological materials and spatial patterns: three years of work in the intersection of landscape ecology and archaeology; S.D. Matteucci and V.G. Scheinsohn)

Human beings strive and move about landscapes. Thus concepts and models developed in landscape ecology help analyzing past human behavior through the archaeological deposits distributed within landscapes.

During the 1990's some archaeologists started to explore the possibilities offered the concepts and models developed in landscape ecology to explain human behavior, giving rise to a new school of thought: Landscape Archaeology. Thus, a shift from mere spatial or regional considerations took place in archaeology, and the focus was changed to landscape.

In this paper we present some of the results obtained by applying these concepts to archaeological studies in the "Comarca Andina del Paralelo 42°" (Nw of Chubut Province to SE of Rio Negro Province, Patagonia, Argentina). This area is covered by a dense forest that hinders the finding of archaeological materials; therefore, landscape ecology models may be useful to help locating deposits that are not visible. Our work has shown a relationship between the presence and spatial distribution of rock art and habitat patches and corridors

defined on the basis of behavioural and environmental variables. The predictive model reduces the area to be surveyed and thus helps to save time and research costs.

Keywords: Habitat models, landscape archaeology, hunter-gatherers, Patagonia

## INTRODUCCIÓN

Los seres humanos viven y se mueven en el marco de paisajes. Sin embargo, en el campo de la arqueología, la categoría de paisaje no aparece sino a mediados del siglo XX. Los arqueólogos de principios de siglo XX solo se interesaban por los artefactos y el trabajo que hacían estaba vinculado con estos y sus asociaciones en sitios arqueológicos. En la década del 60 comenzaron a mirar afuera de los sitios arqueológicos pero sólo recientemente comenzaron a incorporar conceptos de la ecología del paisaje a su trabajo (Bogucki, 1991; Rossignol y Wandsnider, 1992; Russell, 1995; Lanata, 1997; entre otros).

¿Qué hay en la encrucijada entre la ecología del paisaje y la arqueología? En primer lugar, seres humanos. Si bien son parte del reino animal, en general la antropología y la arqueología los trató de manera aislada e independientemente del resto del mundo biológico (Foley, 1984). Pero el supuesto subyacente en la intersección de la ecología del paisaje y la arqueología es que la especie humana es una más en el reino animal y por lo tanto se ve afectada por los mismos procesos que afectan a las demás especies. Puesto en otras palabras, ciertas conductas pueden explicarse perfectamente como expresiones de un determinado tipo de animal, sin tener que apelar a ciertas características particulares que le son propias.

Con esto no se niega la existencia de estas características en los seres humanos sino que, metodológicamente y siguiendo un criterio parsimonioso, conviene explorar primero esa alternativa. También se sabe de la capacidad modeladora de paisajes de nuestra especie en la actualidad. En general esto es atribuido a la capacidad tecnológica que tenemos en el presente. Por ello, se piensa que los cazadores recolectores mantenían, y mantienen, una relación casi prístina con su entorno. Sin embargo existe ya un cúmulo de datos que desmienten esta suposición. Se sospecha que los cazadores recolectores fueron responsables de la extinción de muchas especies; por ejemplo, los moas de Nueva Zelanda (Holdaway y Jacomb, 2000); así como de una intensa modificación de su entorno de manera más o menos intencional; por ejemplo, las quemadas controladas que efectúan los indígenas en el desierto australiano (Bird et al., 2005). Es decir que, más allá de sus posibilidades tecnológicas, los seres humanos somos activos transformadores del paisaje.

Además de los seres humanos, en la encrucijada de estas dos disciplinas podemos encontrar patrones de distribución. Tanto la ecología de paisajes como la arqueología buscan identificar patrones espaciales y explicarlos. Así, los conceptos y modelos desarrollados en el marco de la ecología de paisajes pueden servir para analizar la conducta humana pasada a partir de las distribuciones de materiales arqueológicos en un determinado espacio.

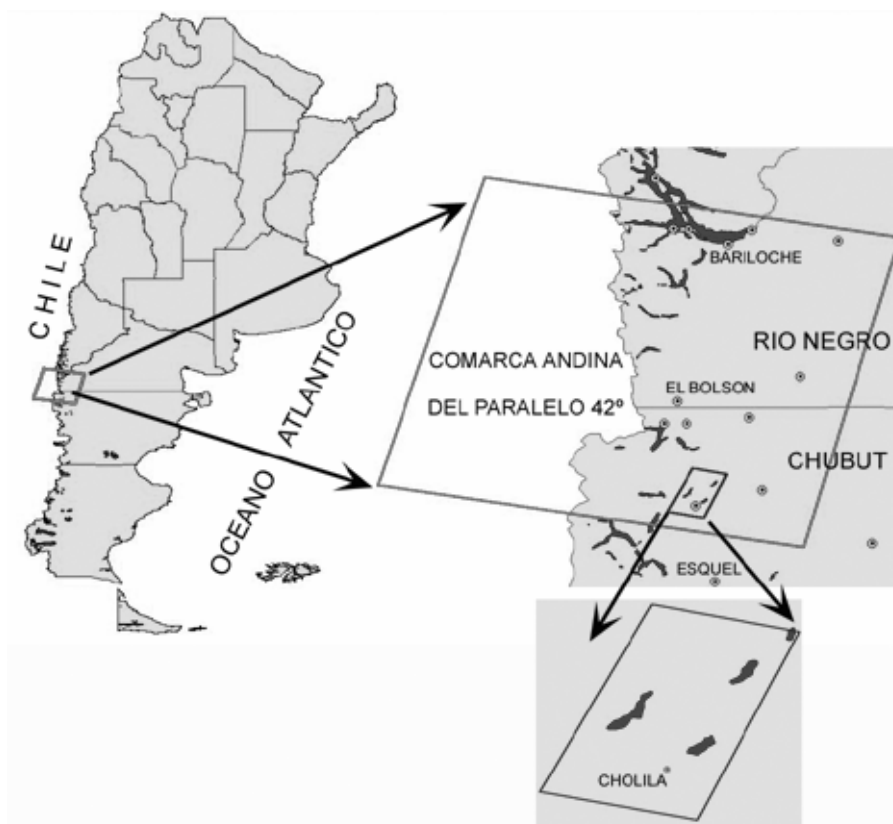
El trabajo que aquí se presenta resume los tres años de trabajo que llevamos explorando esa intersección. Este trabajo ha sido guiado por las condiciones particulares que se dan en el área de estudio en cuestión, la Comarca Andina del Paralelo 42. Ubicada en el Sudoeste de la Provincia de Río Negro y el Noreste de la de Chubut, esta región presenta escasa información arqueológica y severos problemas de visibilidad de materiales arqueológicos dado que se trata de una zona densamente forestada y de topografía quebrada. Así, cuando el equipo de investigación que integramos inició los trabajos arqueológicos en esa zona, en el año 1996, las dificultades para encarar el estudio de las distribuciones de materiales arqueológicos eran importantes. Prospecciones posteriores en la región permitieron verificar que la documentación de materiales arqueológicos mejora de manera significativa al practicar relevamientos intensivos sistemáticos (Scheinsohn, 2003; 2004). Pero éstos son costosos, tanto en tiempo como en dinero. Por ello, consideramos que la generación de un mapa de expectativas de materiales arqueológicos podría servir para optimizar los recursos, haciendo relevamientos intensivos en las zonas que presentaran mayores expectativas. La

ecología de paisajes podía brindarnos herramientas conceptuales para la elaboración de dicho mapa mediante un modelo espacial que contemplara información ambiental y datos acerca del comportamiento de las sociedades humanas, al estilo de los modelos de hábitat empleados por los biólogos. Aquí presentaremos el modelo espacial de expectativas de materiales arqueológicos que obtuvimos para la Comarca Andina del Paralelo 42° a dos escalas, local y regional. Se comparan los procedimientos y resultados y se discuten los alcances y limitaciones de ese modelo.

### Ubicación espacial área de estudio

La Comarca Andina del Paralelo 42° consiste en una franja longitudinal de 100 a 170 Km de ancho que se extiende desde la localidad de Cholilla al Sur hasta el Bolsón al Norte. En nuestro trabajo incluimos la cuenca del río Chubut superior, hasta Bariloche (Figura 1), resultando en una superficie aproximada de 14.500 Km<sup>2</sup>. Las coordenadas extremas son los paralelos 41°45' y 42°45' latitud Sur y los meridianos 71° y 72° longitud Oeste.

**Figura 1.** Ubicación del área de estudio



El clima es húmedo templado frío, muy influido por la altitud y la exposición a la luz y los vientos. La temperatura media anual es de 4 a 8 °C; la precipitación media anual es de 2500 mm, descendiendo hasta 900 hacia el oeste en el deslinde con la estepa. Los vientos, 8 m/seg de velocidad media, son intensos del Oeste, especialmente en los meses lluviosos de invierno.

El relieve y la hidrografía fueron modelados principalmente por la orogenia andina y la acción de los glaciares. La mayor parte del área de investigación se encuentra en un paisaje típicamente glaciario de lagos profundos, valles en V y cordones de morenas (Podestá et al., 2000). La gran mayoría de los lagos son de origen glaciario y actualmente se alimentan del deshielo de las altas cumbres. El régimen de los ríos está regulado por los deshielos (SADS, 2003). La altitud máxima es de 1700 m y la mínima de 550.

La cobertura vegetal ha sido el motivador de las investigaciones arqueológicas en esta región ya que se desconoce la modalidad del uso del bosque por los pobladores primitivos

(Bellelli et al., 2000 b). Es una zona de bosques que se funde en un ecotono con la estepa patagónica en el borde Oriental. El tipo de bosque predominante es el caducifolio, que se extiende en el borde oriental desde Neuquen hasta Tierra del Fuego y es la porción más seca de los bosques andinos (SADS, 2003). Están caracterizados por tres especies arbóreas que pueden formar bosques mixtos: la lenga (*Nothofagus pumilio*); el ñire (*Nothofagus antarctica*) y el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*). El bosque valdiviano, que aparece en la zona de estudio en las partes más altas como manchones aislados, ocupa una superficie mucho menor y se extiende en una faja estrecha y discontinua occidental, en la parte más húmeda de los Andes (SADS, 2003). Las precipitaciones alcanzan los 4000 mm anuales y, donde éstas son mayores, la estructura es selvática con la presencia de un sotobosque denso. La especie característica es el coihue (*Nothofagus dombeyi*) asociada al alerce (*Fitzroya cupressoides*), entre otras (SADS, 2003).

En una escala de mayor detalle puede verse que, en las laderas y bordeando los ríos, predominan los bosques mixtos, con parches de pastizales de altura de hierbas latifoliadas; y en las partes bajas y alrededor de los lagos se encuentran mallines (pastizales densos de gramíneas) en las depresiones más húmedas o estepa arbustiva semiárida en los sitios secos y pedregosos (Morello, 1999).

Los impactos humanos fueron muy importantes durante los últimos 150 años, cuando comienzan los asentamientos masivos en la región, con uso de la madera local para construcción y calefacción, además de conversión de las tierras boscosas a cultivos hortícolas y praderas para ganado, las cuales se lograban clareando el bosque mediante incendios (SADS, 2003). Se postula que en períodos previos, la presencia de los cazadores-recolectores haya causado incendios no intencionales (Podestá et al., 2000). Si bien muchos autores sostienen que estos grupos podrían haber usado el fuego como técnica de caza, este tipo de estrategia está documentada solo para momentos muy tardíos, con la incorporación del caballo. Otra consecuencia de la ocupación reciente es la presencia de 300 especies exóticas, algunas de las cuales son invasoras del bosque, como la rosa mosqueta (*Rosa eglanteria*) y la zarzamora (*Rubus* sp)

Como primer paso realizamos un estudio piloto (Scheinsohn y Matteucci, 2004; Matteucci y Scheinsohn, 2004) en el área de Cholila, ubicada en la porción Sudeste de la CA42, porque allí ya se habían obtenido resultados arqueológicos (Bellelli et al., 2000 b), los cuales podían ser usados para la validación del modelo espacial.

Este área tiene aproximadamente 370 Km<sup>2</sup>, entre los paralelos 42°25' y 42°44' Latitud Sur y los meridianos 71°10' y 71°33' Longitud Oeste, donde se ubica la localidad de Cholila, que es la más meridional de la CA42. El área se encuentra en el ecotono entre la estepa y los bosques andino-patagónicos (Figura 1), y presenta gran heterogeneidad de geformas (Bellelli et al., 2000 a).

### **Antecedentes arqueológicos del área**

Lo que se conoce de la arqueología del área de Cholila permite sostener que en los últimos tres mil años esta zona fue habitada por cazadores-recolectores (Arrigoni, 1994). En uno de los sitios hallados se obtuvieron fechados radiocarbónicos que van desde los 1870±80 AP hasta los 680±60 AP (Bellelli et al., 2003). Aunque los fechados provienen de un solo sitio, la información de los conjuntos artefactuales y el estilo de las manifestaciones rupestres apuntan a una utilización relativamente tardía de la zona. Esta cronología coincide con la que presentan otros sitios de características ergológicas similares emplazados también en ambientes boscosos y ecotonales al sur y al norte de la CA42° (Bellelli et al., 2003, Sánchez Albornoz, 1957 y 1958, Arrigoni, 1994). Tanto el arte rupestre como los demás materiales arqueológicos presentes en el área tienen semejanzas estilísticas y técnicas con sitios de la estepa y de regiones boscosas cercanas que presentan cronologías similares, lo que hace pensar en la existencia de amplias redes de circulación que estarían integrando esta región con otras áreas (Bellelli et al., 2003). Si bien tuvieron contactos con poblaciones que practicaban la agricultura, ya que en el Oeste de la cordillera la producción de cultígenos se

extendió hasta los 42° Lat. S (Mena, 1997); al Este de la cordillera ésta no jugó un papel de importancia en la subsistencia de estos grupos. La cerámica aparece en el registro alrededor del 1000 BP. Etnográficamente las poblaciones del área fueron incluidas entre los llamados Tehuelches Septentrionales (Casamiquela, 1965; Escalada, 1949). Pero hacia principios del siglo XVI comienza un proceso que se dio en llamar de araucanización por el cual la influencia de los Mapuches, originalmente de Chile, se hace cada vez mayor, hasta que en el siglo XVIII comienzan a ocupar directamente el territorio de la Patagonia al E de los Andes. Los mapuches practicaban una horticultura incipiente, realizaban tejidos y metalurgia y controlaban también el comercio del caballo por lo que sus influencias se hicieron sentir hasta el extremo sur del continente. La incorporación del caballo, que se da a partir de la presencia de los primeros conquistadores españoles también fue un factor que afectó en mayor o menor medida a todas las poblaciones de la Patagonia.

### **El modelo de comportamiento humano**

Para la elaboración del modelo de comportamiento puede partirse de dos fuentes: 1) el cúmulo de información etnográfica que se conoce para los últimos momentos del Holoceno tardío; y 2) modelos que correlacionan características climáticas con datos de cazadores-recolectores actuales.

Existe abundante información respecto de grupos etnográficos en la Patagonia a partir de las crónicas de viajeros (Musters, 1997; Cox, 1999; Claraz, 1988); sin embargo, esta información debe ser tomada con cautela ya que los documentos son confusos, no son coherentes en cuanto a las denominaciones que se dieron a los indígenas (Nacuzzi, 1998) y describen una situación sumamente transformada, directa o indirectamente, por la conquista europea. Además, las crónicas más detalladas y más recientes fueron hechas en momentos posteriores a la incorporación del caballo y no sería correcto extrapolar las observaciones al período previo, en que el equino no formaba parte de las economías indígenas. Por otro lado, no existe una fórmula de conversión de determinadas clases de artefactos arqueológicos en indicadores de determinadas etnias (Borrero, 2001). En consecuencia, en este caso las crónicas no resultan una fuente confiable de información para generar expectativas arqueológicas.

Lo que se hizo entonces fue recurrir al trabajo de Binford (2001) quien, sobre la base de datos ambientales y del comportamiento de cazadores-recolectores actuales, propone un modelo de respuestas humanas probables a diferentes ambientes. Buscamos en esta obra aquella información que es relevante a nuestra área de estudio. Partimos de la observación de que, en altas latitudes, adquieren mayor importancia los animales terrestres, hay mayor movilidad, se practican técnicas para reducir costos de movilidad y se utilizan materiales locales para protección y transporte (Binford, 1990; 2001). Así debería existir una mayor dependencia de la caza de animales terrestres (65% de la dieta según Binford, 2001). En la C42, la caza habría estado orientada hacia el guanaco y huemul, ambas especies de gran tamaño (entre 100 y 120 kg). El primero (*Lama guanicoe*) es un camélido de amplia distribución que se alimenta en los mallines y pastizales, circula en manadas de hasta 100 individuos y es dócil en tanto que el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) es un cérvido solitario que a veces forma grupos familiares de 3 individuos, su distribución está limitada al bosque y es muy arisco. La mayoría de los restos encontrados en sitios arqueológicos de la Patagonia corresponde al guanaco. Sin embargo hace poco tiempo comenzaron a documentarse en unos pocos sitios la predominancia de restos de huemul (Bellelli et al., 2003; Fernández, 2001)

Toda la información disponible nos permite suponer que las poblaciones de cazadores-recolectores pueden separarse en dos tipos que se diferenciaban en cuanto a su tecnología del transporte. Los grupos más antiguos se movían a pie (cazadores a pie, en adelante CAP), por lo que es posible que evitaran las zonas boscosas y las muy húmedas y bajas, así como las muy elevadas y pendientes, de mayores dificultades de tránsito. Preferiblemente debían moverse por las partes bajas de las laderas, evitando superficies escarpadas, o muy

pedregosas tanto debido a ahorro de energía como a seguridad. A partir del siglo XVI, con la incorporación del caballo a la economía indígena, comenzaron a utilizar estos animales como medio de transporte (cazadores o pastores, según algunos autores, de a caballo, en adelante CAC) y para arriar el ganado o la caza. Así, sus requerimientos para la circulación debieron ser distintos prefiriendo los espacios amplios, como las partes bajas de los valles, y los de menor pendiente. Si bien no hay un registro específico de la presencia de CAC en nuestra área de estudio, si la hay en zonas vecinas, por lo que hemos decidido tomar en cuenta este grupo para nuestro análisis

A partir de la propuesta de Binford (2001) pueden señalarse otras diferencias hipotéticas importantes en relación con la movilidad y la vivienda. Se supone que los CAP tenían alta movilidad residencial, con un patrón seminómádo (Binford, 1990); la inversión en vivienda era baja y se usaban materiales locales aprovechando abrigos rocosos y cuevas. Los CAC debían tener menor movilidad residencial y desplazamiento a mayores distancias, con sus viviendas a cuevas, consistentes en toldos de cuero y parantes de madera. Su organización logística necesariamente debía ser mayor, con la planificación sus recorridos en función de las pasturas para el ganado y la caza (Scheinsohn y Matteucci, 2004).

Así, es posible definir una serie de espacios aptos para determinadas actividades, Llamamos hábitat a los espacios que reúnen las condiciones físicas y bióticas apropiadas para estas actividades. Tanto para unos como para otros, el hábitat presentaría cierto grado de superposición y ciertas diferencias. Por ejemplo, es posible que la obtención planificada de los alimentos se haya realizado en los mismos lugares tanto en un caso como en otro aunque en el caso de los CAC, éstos estarían menos restringidos tanto por las facilidades de transporte como por el hecho de que pueden hacer uso del alimento que trasladan en pie bajo la forma de ganado. Dada la necesidad de evaluar los riesgos relacionados con la planificación de recorridos y la presencia de grupos humanos vecinos, ambos tipos de cazadores-recolectores habrían utilizado los puntos altos del relieve para la obtención de información relacionada con el avistaje de animales de caza, ubicación de grupos de vecinos, comunicación entre grupos, etc. También ambos habrían buscado refugio en sitios reparados de los vientos predominantes.

En relación con los corredores, también existen diferencias. Llamamos corredores a los fragmentos alargados que reúnen las condiciones de seguridad y bajo costo para la circulación a larga distancia. Los CAP pueden circular por pendientes medias (calculamos aquellas menores a 40° teniendo en cuenta ahorro de energía y factores de seguridad) en los bordes de los bosques y evitando las zonas bajas (mallines). En cambio los cazadores de a caballo pueden circular por espacios bajos, relativamente planos y más abiertos. En el trabajo a gran escala, definimos los corredores ubicados en pendientes entre 0 y 10° como de bajo riesgo y aquellos entre 10 y 40° como de alto riesgo, en el supuesto de que, dado que los cazadores-recolectores tenían precarias posibilidades de curaciones, evitarían los riesgos de accidentes circulando por terrenos menos empinados toda vez que fuera posible (Scheinsohn y Matteucci, 2005)

A partir de este modelo de comportamiento, muy simplificado, se eligieron las variables a tener en cuenta en la elaboración del modelo espacial: relieve, altitud, cobertura superficial del suelo, tipo de vegetación, dirección de vientos predominantes.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La imagen satelital LANDSAT 7, ETM del 8-12-2001, paso 232-fila 089, provista por la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina) y las curvas de nivel obtenidas del SIG-250 del IGM fueron proyectadas al sistema Posgar 94. Se obtuvo el recorte del área de estudio de la intersección de ambas capas.

A partir de la imagen se obtuvieron mapas de cobertura mediante clasificación supervisada empleando 6 bandas y con el criterio de Máxima Probabilidad. Las firmas espectrales se obtuvieron de una imagen en falso color compuesto, en la que se distinguían las formaciones vegetales. Las categorías consideradas en el trabajo en el área restringida



fueron: espejos de agua profunda, aguas someras, bosque cerrado ( las copas o ramas de árboles vecinos se tocan), bosque abierto (quedan espacios abiertos en los que puede haber parches de pastizal, arbustal o suelo desnudo), mallín (vegetación herbácea en depresiones de suelo húmedo) y suelo desnudo (superficies cubiertas de rocas o con cobertura vegetal xerofítica muy dispersa). En el área total se agregaron: nieve y vegetación baja (pastizal o arbustal xerofíticos), que son coberturas no significativas en extensión en la zona de Cholila, pero sí en toda la región. También se unieron las categorías agua profunda y agua somera en espejos de agua.

El mapa de cobertura resultante fue validado mediante tabulación cruzada con una capa de puntos de cobertura conocida. Tuvimos especial cuidado de no incluir entre estos puntos las áreas usadas para la obtención de las firmas espectrales.

Sobre la imagen de falso color compuesto de las bandas 2, 4, 7 se digitalizaron en pantalla los lagos. Esta capa vectorial se convirtió a formato raster y se calculó una zona buffer de 100 metros de ancho alrededor de cada cuerpo de agua.

A partir de las curvas nivel se construyó un modelo digital de elevación (DEM). Para la zona de Cholila, las curvas de nivel se digitalizaron en pantalla usando las hojas topográficas 1:50.000 del IGM como fondo; para la región completa se usaron las curvas de nivel de las cartas 1:250.000 digitalizadas por IGM. En ambos casos, las curvas fueron pasadas a formato raster con el IDRISI para la obtención del DEM. Se obtuvo una capa de pendientes en grados, mediante el módulo *Slope* aplicado al DEM.

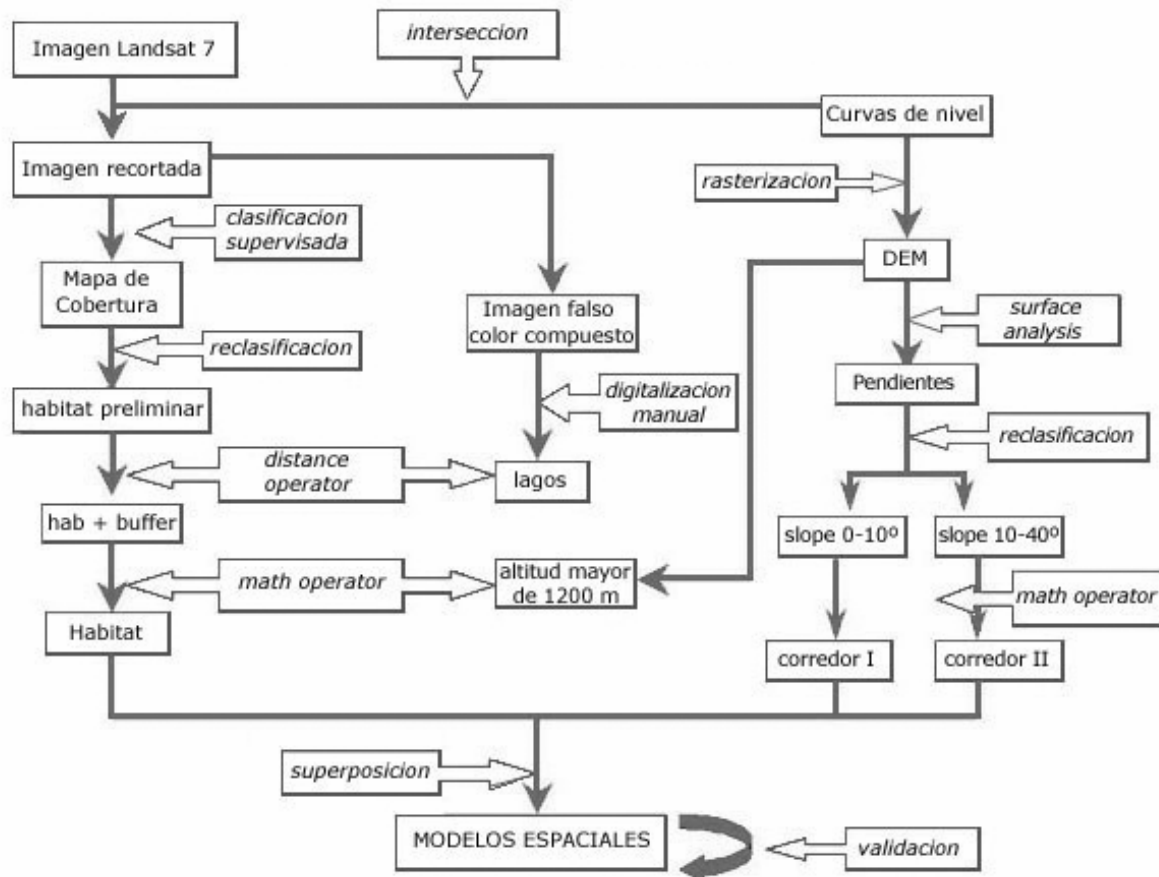
El resto de los procedimientos consistió en reclasificaciones y operaciones matemáticas (Figura 2). Por reclasificación se obtuvieron mapas binarios; esto es, con píxeles conteniendo valores 0 o 1. El mapa de cobertura se reclasificó en píxeles aptos (hábitat) y píxeles no aptos (no hábitat), considerando aptos los mallines y los bordes de los lagos y ríos, la vegetación baja y los suelos desnudos, a escala regional. En el caso de la zona de Cholila, una importante proporción de los suelos desnudos se encontraban en terrenos pedregosos, rocosos y de pendientes fuertes (conos aluviales) y fueron considerados no aptos y los puntos de avistaje (cimas de cerros aislados y de filas de orientación Norte-Sur) fueron agregados como aptos. A este se le sumó la capa de los bordes de los lagos, y se le restó la capa de pendientes superiores a 40°. El resultado es un mapa de Hábitat para cada escala.

En la capa de bordes de cuerpo de agua se asignó un valor de 1 a los píxeles que caían dentro de la zona buffer y cero al resto. En la aplicación al nivel regional, el DEM se usó para elaborar una capa de altitudes superiores a 1200 m, por reclasificación y asignando un valor de 1 a dicha categoría y cero al resto. Igual procedimiento se siguió con la capa de pendientes, asignando un valor de 1 a los píxeles con valores de pendiente superior a 40°. En la zona de Cholila estas capas no se construyeron porque no fue necesario hacer correcciones por altitud y los corredores se construyeron a partir de los mapas vectoriales de curvas de nivel.

Los corredores se obtuvieron de manera diferente en las dos aproximaciones. En la zona de Cholila los corredores se pensaron en función de los medios de transporte (a pie o a caballo) y se construyeron uniendo los extremos de las curvas de nivel que encierran las planicies glacifluviales para delimitar los corredores de los CAC o las pendientes bajas de los cerros para los corredores de los CAP (Matteucci y Scheinsohn, 2004). Al nivel regional, los corredores se definieron como fragmentos alargados que reúnen las condiciones de seguridad y bajo costo para la circulación a larga distancia: el de bajo riesgo abarca las pendientes entre 0 y 10° y el de alto riesgo entre 10 y 40°. Se obtuvieron por reclasificación del mapa de pendientes: para el corredor de menor costo y riesgo (Tipo I) se asignaron valores de 1 a los píxeles con valores de pendiente entre 0 y 10°; para el de Tipo II, de mayor riesgo y costo, se asignó valor 1 a las pendientes entre 10 y 40°. Las capas obtenidas contenían una profusión de microcorredores en la zona montañosa que correspondían a pequeños valles altitudinales y a los picos de los cerros, que aparecen como planos por la

baja resolución de las curvas de nivel en relación con la de la imagen usada como soporte. Para corregir esto se eliminaron las áreas de altitudes superiores mediante una operación de resta entre cada capa de corredor y la de altitud superior a 1200 m.

**Figura 2.** Diagrama de flujo de la metodología aplicada al nivel regional



Por superposición del mapa de hábitat con cada uno de los mapas de corredores se obtuvieron sendos mapas de expectativas arqueológicas, para cada escala.

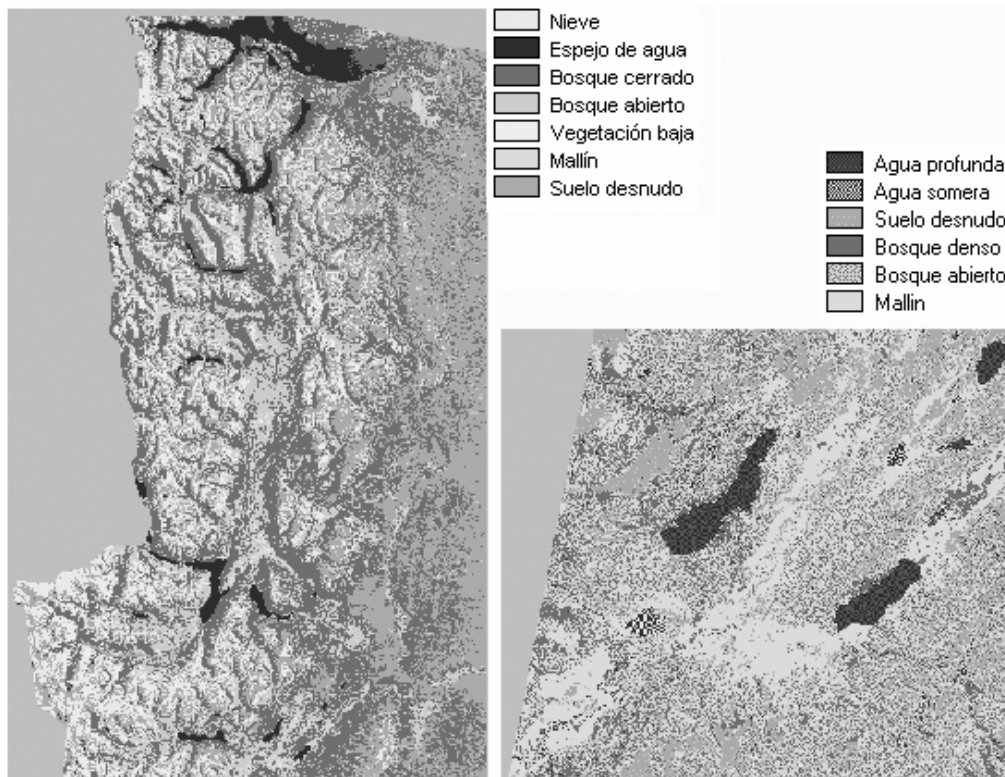
Para validar los modelos se generaron sendas capas temáticas raster de los sitios arqueológicos conocidos hasta el momento en la CA42° y en la zona de Cholila. Se realizaron tabulaciones cruzadas entre estas capas y las de los mapas de expectativas arqueológicas a cada escala y se determinó la proporción de sitios arqueológicos coincidentes con píxeles de hábitat y con aquellos que forman parte de cada modelo espacial (hábitat más corredor). Para dar cuenta de los errores de muestreo, considerando que en el campo esto podría representar una diferencia de hasta 100 m desde el centro de un píxel, se construyó un buffer de 100 m alrededor de cada punto previo a la tabulación cruzada.

## RESULTADOS

Los mapas de cobertura muestran predominio del bosque a ambas escalas (Tabla 1). Las diferencias en los resultados entre escalas se debe a que el área de Cholila comprende dos lagos relativamente grandes respecto del área total, es relativamente baja y tiene una mayor extensión de terrenos planos. En cambio, en la escala regional predominan los cerros y comprende altitudes mayores. En el área de Cholila los mallines ocupan un espacio relativamente grande cuando se compara con la escala regional en que la vegetación no

boscosa está representada por vegetación baja xerofítica de laderas secas y pedregosas y menor proporción mallines en los valles (Figura 3).

**Figura 3.** Mapas de coberturas a los niveles regional y local (Versión a color en el CD)



Otro factor importante es que la zona de Cholila está bastante intervenida. Los bosques que en la imagen satelital actual aparecen como bosque abierto, en el terreno se encuentran invadidos por la rosa mosqueta y muy probablemente en el pasado fueron bosques cerrados. Al nivel regional la intervención de los bosques es un fenómeno puntual y queda enmascarada por la gran extensión de bosques en tierras altas en pendiente y poco intervenidos.

También existen diferencias en cuanto a la frecuencia de píxeles de hábitat y de corredor en ambas escalas (Tabla 2). Parte de las diferencias se atribuyen a las diferencias de criterios en la clasificación de los tipos de cobertura como hábitat, y parte a las características propias de cada escala. Algunas de estas diferencias se compensan; por ejemplo, aún cuando en la CA42 el suelo desnudo se consideró hábitat y en la zona de Cholila como no-hábitat, la proporción de píxeles de hábitat es superior al nivel local. También hay grandes diferencias en los corredores, en gran parte porque los criterios fueron diferentes; al igual que el método de construcción de los mismos

Tipo I es el corredor de menor costo y riesgo a nivel regional y el de cazadores-recolectores de a caballo al nivel local; Tipo II es el corredor de mayor costo y riesgo al nivel regional y el de cazadores-recolectores de a pie al nivel local. Los modelos espaciales se obtuvieron por la superposición de las respectivas capas de hábitat con las capas de corredores tipo I y II, a las respectivas escalas.

**Tabla 1.** Proporción de la superficie total ocupada por cada cobertura en la Zona de Cholila y al nivel regional (Fuente: Scheinsohn y Matteucci, 2004; Matteucci y Scheinsohn, 2004)

TIPO DE COBERTURA	% DE LA SUPERFICIE TOTAL	
	CHOLILA	CA42
Bosque Cerrado	9	36
Bosque Abierto	40	19
Mallín	22	2
Vegetación Baja	-----	7
Suelo Desnudo	22	28
Agua Somera	3	3
Agua Profunda	4	3
Nieve	-----	5
<b>TOTAL</b>	100	100

**Tabla 2.** Porcentaje de la superficie total del área de estudio a cada escala clasificada positivamente

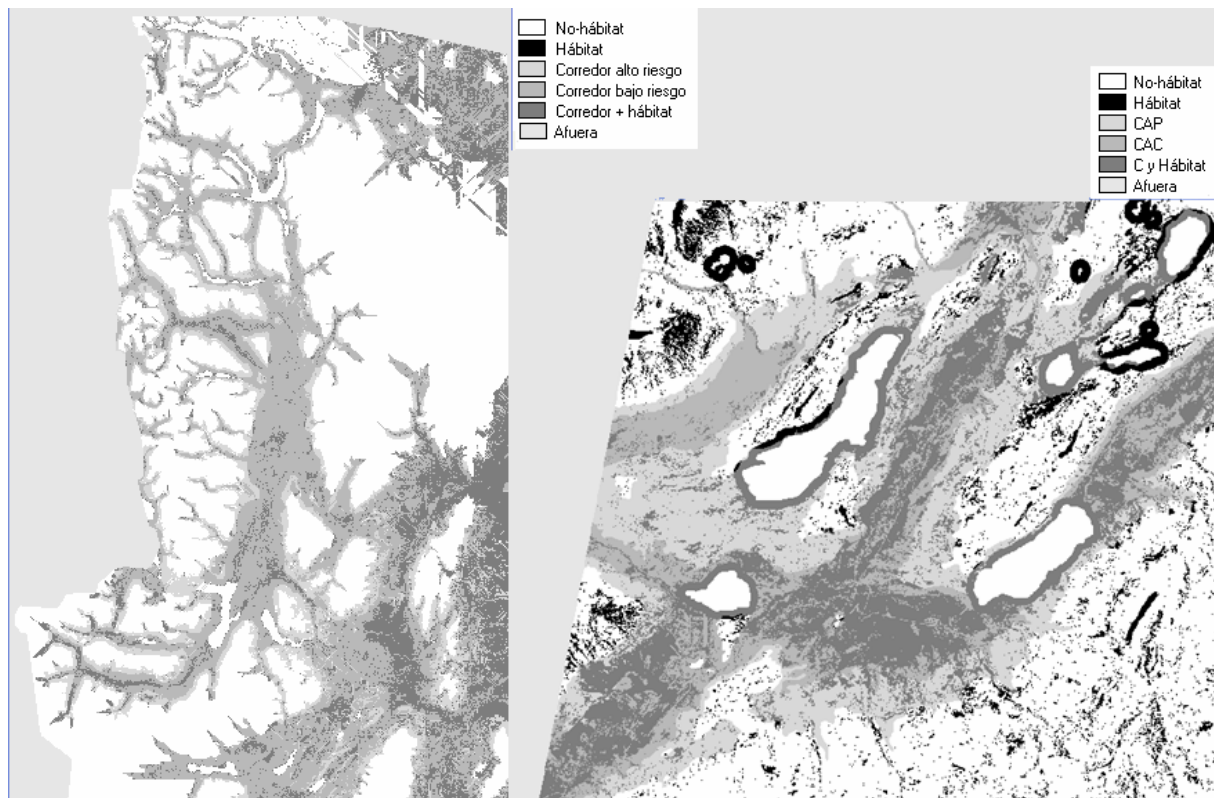
CATEGORÍA	% DE LA SUPERFICIE TOTAL	
	CHOLILA	CA42
Hábitat	27	15
Corredor Tipo I	25	39
Corredor Tipo II	29	12
Modelo espacial Tipo I	40	41
Modelo espacial Tipo II	48	34

Al nivel regional, el corredor de menor riesgo (Tipo I) es el dominante en la zona, lo cual hace poco probable el uso del corredor Tipo II (de mayor riesgo), salvo en circunstancias muy particulares (Scheinsohn y Matteucci, 2005). Al nivel local, este análisis no cabe porque la selección del tipo de corredor se asoció con el medio de transporte (a pie o a caballo) (Figura 4).

Estos trabajos han demostrado la relación existente entre la disposición de sitios con arte rupestre ya conocidos y corredores y parches de hábitat postulados a partir de variables conductuales y ambientales, permitiendo así realizar trabajos de prospección intensivos en aquellas áreas donde el modelo predice la presencia de materiales, con el consiguiente ahorro de tiempo y costos.

En todos los caso, a ambas escalas y con ambos tipos de corredor, el mapa de sitios arqueológicos potenciales reduce considerablemente el área a relevar.

Las validaciones de los mapas de cobertura y de los modelos espaciales resultaron promisorias. Sin embargo, se requieren muchos más puntos de referencia para lograr una validación robusta; y esto se logrará con el tiempo, a medida que se vayan recolectando datos a campo. Al nivel regional, de los 22 sitios arqueológicos registrados, 3 se ubican en Hábitat; 19 en el Corredor Tipo-I y 1 en el Corredor Tipo-II. Al nivel de Cholila, de los 11 puntos con registros arqueológicos, 9 se ubican en píxeles de hábitat, generalmente en bordes de mallines, y 5 en parches de bosque abierto en la cercanía de mallines o de fuentes de agua (Scheinsohn y Matteucci, 2004).

**Figura 4.** Modelos de predicción a los niveles regional y local (Versión a color en el CD)

## DISCUSIÓN

Ha habido un profuso desarrollo de modelos predictivos de localización de sitios arqueológicos a partir de la década de 1980; principalmente orientado a problemas de Manejo de Recursos culturales. Ninguno de ellos emplea los modelos de hábitat desarrollados en ecología de paisajes. Las predicciones acerca de la localización de sitios en una región se generan sobre la base de asociaciones observadas entre un conjunto de variables independientes y la ubicación de los sitios. Esto se fundamenta en que la ocupación del territorio no es aleatoria sino que existen preferencias y un sistema de toma de decisiones que se manifiesta en la localización de las evidencias arqueológicas, por lo tanto, debe existir una dependencia significativa entre la localización y las variables físico-bióticas, sociales y culturales que influyen la toma de decisiones. Las técnicas estadísticas empleadas son análisis de correlación, la regresión lineal, la regresión logística y el análisis discriminante (Marozas y Zack, 1990; Parker, 1985; Parker y Johnson, 1986; Scholtz, 1981; Warren, 1990 a y b). Estos métodos permiten identificar las preferencias de selección en la ocupación de un territorio sobre la base de datos del medio biofísico en que se encuentran los depósitos arqueológicos, y de variables sociales y culturales. Estos métodos también permiten identificar las variables que tienen más peso en la discriminación entre espacios adecuados y no adecuados. Se aprovecha la capacidad de los sistemas de información para la identificación de unidades espaciales aptas y potencial localización de sitios arqueológicos a partir de operaciones matemáticas entre capas temáticas de las variables con capacidad de discriminación. En otro conjunto de estudios, conociendo que el factor ambiental importante son las señales de avistaje, emplean DEM para verificar la coincidencia entre puntos elevados (atalayas) y monumentos arqueológicos (intervisibilidad) (Ozawa et al., 1995; Wheatley, 1995). Todas estas técnicas requieren gran cantidad de sitios arqueológicos para generar un modelo robusto de asociación de los mismos con las variables ambientales.

Nuestro enfoque metodológico tiene la ventaja de que admite una secuencia iterativa en la cual el modelo espacial y el modelo de comportamiento humano pueden mejorarse alternativamente a partir de los resultados de cada uno de ellos en cada paso.

El cambio de escala de la local a la regional produce cambios en los patrones funcionales. Al nivel regional se percibe la circulación Norte-Sur que aparece como la predominante, mientras que la circulación Este-Oeste es en tramos cortos y en ciertos pasos entre los valles y hacia la estepa. Asimismo, la ocupación del espacio, juzgada a partir de los sitios arqueológicos hallados hasta el momento, parece haber ocurrido a lo largo de los corredores. Este patrón puede deberse a que los sitios con arte rupestre (como lo son la mayoría de los sitios ubicados a nivel regional) estarían facilitando la legibilidad ambiental (Golledge, 2003). La legibilidad ambiental de la CA42 es difícil y los sitios con arte rupestre podrían haber cumplido el rol de señales o hitos en el corredor, logrando así transmitir el conocimiento del ambiente.

## CONCLUSIONES

Estos modelos no son definitivos, y quizá por ello significan un impulso para investigaciones futuras. Hasta el momento el modelo espacial ha sido empleado para guiar los relevamientos a campo. La primera experiencia, al nivel local, permitió localizar nuevos materiales arqueológicos, afinar el modelo de comportamiento y generar nuevas preguntas.

Como pasos futuros queda la captura sistemática de datos en el campo georeferenciados con GPS, para mejorar el mapa de cobertura. Estos datos permitirán obtener un sistema más robusto de firmas espectrales para la clasificación supervisada de la imagen satelital.

También hay que resolver el problema de los cambios que ha sufrido la vegetación en los últimos 150 años. Para verificar las posibilidades de cambio hemos recurrido a trabajos realizados en el Parque Nacional Los Alerces y sus alrededores (Gallopín, 1978) y en algunos casos hemos extrapolado el conocimiento de la cubierta vegetal al área del CA42.

Al igual que ocurre con los modelos de hábitat empleados por los zoogeógrafos, el mapa predictivo es sólo una hipótesis; no todas las superficies asignadas como aptas son efectivamente ocupadas. Existen varias razones para esto, y una de las más importantes es la capacidad y mecanismo de distribución de los organismos, lo cual depende, entre otros factores del tamaño poblacional. Si las sociedades humanas de la CA42 fueron poblaciones pequeñas, existe la posibilidad de que una alta proporción de los píxeles aptos no hayan sido ocupados nunca. Posteriores pruebas en el campo permitirán aportar a este problema.

## BIBLIOGRAFÍA

Arrigoni, G. 1994. Pintando entre bosques y lagos. Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Primera Parte. Revista del Museo de Historia Natural 13 (1/4): 58-63.

Bellelli, C.; F. Pereyra; P. Fernández; V. Scheinsohn; M. Carballido y M. Podestá. 2000a. Aproximación geoarqueológica del sector sur de la Comarca Andina del Paralelo 42° (Cholila, Chubut). Cuaternario y Ciencias Ambientales 1: 15-21.

Bellelli, C.; V. Scheinsohn; P. Fernández; F. Pereyra; M. Podestá y M. Carballido. 2000b. Arqueología de la Comarca Andina del Paralelo 42°. Localidad de Cholila. Primeros resultados. En: Desde el país de los gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia, pp. 587-602. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos.

Bellelli, C.; M. Carballido; P. Fernández y V. Scheinsohn. 2003. El pasado entre las hojas. Nueva información arqueológica del Noroeste de la Provincia de Chubut, Argentina. Revista Werken 4: 25-42.

- Binford, L. 1990. Mobility, Housing and Environment: a Comparative Study. *Journal of Anthropological Research* 46(2):119-152.
- Binford, L. 2001. *Constructing Frames of Reference. An Analytical Method for Archaeological Theory Building Using Hunter-gatherer and Environmental Data Sets*. University of California Press, Berkeley.
- Bird, D.W.; R. Bliege Bird y C.H. Parker. 2005. Aboriginal burning regimes and hunting strategies in Australia's Western Desert. *Human Ecology* 33: 3-46 pp.
- Bogucki, P. 1991. Changing Neolithic Landscapes at Brzesc Kujawski, Poland. Annual Meeting of the Society for American Archaeology, New Orleans, Louisiana.
- Borrero, LA. 2001. *El Poblamiento de la Patagonia. Toldos, Milodones y Volcanes*. Buenos Aires: Emecé
- Casamiquela, R. 1965. Rectificaciones y ratificaciones hacia una interpretación definitiva del panorama etnológico de la Patagonia y área septentrional adyacente. En: *Cuadernos del Sur*, Instituto de Humanidades, Universidad Nacional del Sur.
- Claraz, J. 1988. *Diario de viaje de exploración al Chubut*. Marymar, Buenos Aires.
- Cox, G. 1999. *Viaje en las regiones septentrionales de la Patagonia (1862-1863)*. Ediciones El Elefante Blanco. Buenos Aires.
- Escalada, F. 1949. *El complejo tehuelche*. Estudios de Etnografía patagónica. Editorial Coni, Buenos Aires.
- Fernández, P. 2001. La relación entre seres humanos y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) en el pasado. Vías de análisis implementadas en la Comarca Andina del Paralelo 42°. En prensa en Actas del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Rosario.
- Foley, R. 1984. Putting People into Perspective: an Introduction to Community Evolution and Ecology. En: *Hominid evolution and Community Ecology. Prehistoric Human Adaptation in Biological Perspective*. Editado por R. Foley, pp. 1-24. Academic Press, NY.
- Gallopín, G.G. 1978. Estudio ecológico integrado de la cuenca del río Manso superior (Río Negro, Argentina). *Anales de Parques Nacionales Tomo XIV*: 161-230
- Holdaway, R. y C. Jacomb. Rapid Extinction of the Moas (Aves: Dinornithiformes): Model, Test, and Implications. *Science* 287: 2250-2254.
- Lanata, J.L. 1997. Los componentes del paisaje arqueológico. *Revista de arqueología americana* 13: 151-165.
- Marozas, B.A. y J.A. Zack. 1990. GIS and Archaeological Site Location. En: Allen, K.M.S., S.W. Green & E.B.W. Zubrow (eds) *Interpreting Space: GIS and Archaeology*. London: Taylor & Francis. pp. 165-172.
- Matteucci, S.D. y V. Scheinsohn. 2004. Procesamiento de imágenes, SIG y modelos ecológicos aplicados a la arqueología. *Geofocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* artículo N° 4:93-109. On line
- Mena, F. 1997. Middle to Late Holocene Adaptations in Patagonia. En: McEwan, C.; Borrero, L. y Prieto, A. (eds.) *Patagonia. Natural history, Prehistory and Ethnography at the Uttermost End of the Earth*. British Museum Press, Londres.
- Morello, J. (Coordinador). 1999. *Ambiente Biológico-Ecológico, Provincias Patagónicas*. En: Segundo Proyecto de Asistencia Técnica para el Desarrollo del Sector Minero Argentino (PASMA II). Informe inédito presentado a Lakefield Research, Buenos Aires.
- Musters, G. 1997. *Vida entre los Patagones*. Ediciones El Elefante Blanco, Buenos Aires.
- Nacuzzi, L. 1998. *Identidades impuestas. Tehuelches, aucas y pampas en el norte de la Patagonia*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

- Ozawa, K.; T. Kato y H. Tsude. 1995. Detection of Beacon Networks Between Ancient Hill-forts Using a Digital Terrain Model Based GIS. En: Huggett, J. & N. Ryan (eds) *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1994*. BAR International Series 600. Oxford: Tempus Reparatum. Pp. 157-162.
- Parker, S. 1985. Predictive Modelling of Site Settlement Systems Using Multivariate Logistics. En: C.H. Carr (ed.) *For Concordance in Archaeological Analysis: Bridging Data Structure, Quantitative Technique, and Theory*. Kansas City: Westport. Pp. 173-207.
- Parker, S. y I. Johnson. 1986. Geographic Information Systems in Cultural Resource Management. *Proceedings of Geographic Information Systems Workshop (conference in Atlanta, Georgia April 1-4, 1986)*. Falls Church, Virginia: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Pp. 304-312.
- Podestá, M.; C. Bellelli; P. Fernández; M. Carballido; V. Scheinsohn y M. Paniquelli. 2000. Arte rupestre de la Comarca Andina del Paralelo 42°: un caso de análisis regional para el manejo de recursos culturales. En: M.M. Podestá y M. de Hoyos (eds.) *Arte en las Rocas, Arte Rupestre, Menhires y Piedras de Colores en la Argentina*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Rossignol, J. y L. Wandsnider. 1992. *Space, Time and Archaeological Landscapes*. Plenum Press, New York.
- Russell, SC. 1995. Geoarchaeological Perspectives on Paleolandscapes and Regional Subsurface Archaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory* 2(1): 69-104.
- SADS. 2003. Atlas de los bosques nativos argentinos. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas, BIRF 4085-AR, Dirección de Bosques, Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires.
- Sánchez-Albornoz, N. 1957. Pictografías del Hoyo de Epuyén (Provincia del Chubut, Argentina). *Acta Praehistorica* 1: 121-135.
- Sánchez-Albornoz, N. 1958. Pictografías del Valle de El Bolsón (Río Negro) y del Lago Puelo (Chubut), Argentina. *Acta Praehistorica* 2: 146-175.
- Scheinsohn, V. 2003. Hunter-Gatherer Archaeology in South America. *Annual Review of Anthropology*, 32: 339-361.
- Scheinsohn, V. 2004. En el país de los ciegos, el tuerto es rey: Visibilidad arqueológica y paisaje en la localidad Cholila. En: M.T. Civalero, P.M. Fernández y A.G. Guraieb, (comp.) *Contra Viento y Marea. Arqueología de Patagonia*, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano-SAA. Pp-581-590.
- Scheinsohn, V. y S.D. Matteucci. 2004. Spaces and species: archaeology, landscape ecology and spatial models in northern Patagonia. *Before Farming* 2004/1, article 2. On line.
- Scheinsohn, V.G. y S.D. Matteucci. 2006. A regional model of archaeological distributions for Comarca Andina del Paralelo 42°, Patagonia, Argentina. En: María José Figuerero Torres y A. Izeta (Eds.) *Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la arqueología sudamericana*. BAR International Series, Oxford. (en prensa)
- Scholtz, S.C. 1981. Location Choice Models in Sparta. En: R.H. Lafferty III; J.L. Otinger, S.C. Scholtz et al. (eds) *Settlement Predictions in Sparta: A Locational Analysis and Cultural Resource Assessment in the Uplands of Calhoun County, Arkansas*. Arkansas Archaeological Survey Research Series 14. Fayetteville, Arkansas: Arkansas Archaeological Survey. Pp. 207-222.
- Warren, R.E. 1990a. Predictive Modelling in Archaeology: A Primer. En: Allen, K.M.S., S.W. Green y E.B.W. Zubrow (eds) *Interpreting Space: GIS and Archaeology*. London: Taylor & Francis. Pp. 90-111.



Warren, R.E. 1990b. Predictive Modelling of Archaeological Site Location: A Case Study in the Midwest. En: Allen, K.M.S., S.W. Green & E.B.W. Zubrow (eds) *Interpreting Space: GIS and Archaeology*. London: Taylor & Francis. Pp. 201-215.

Wheatley, D.M. 1995. Cumulative Viewshed Analysis: A GIS-based Method for Investigating Intervisibility and Its Archaeological Application. En: G.R. Lock y Z. Stancic (eds) *Archaeology and Geographic Information Systems: A European Perspective*. London: Taylor & Francis.

### **Agradecimientos**

A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, por proveer subsidios para la realización de la investigación.

A la Comisión Nacional de Actividades Espaciales y al Instituto Geográfico Militar por donar las imágenes Landsat y las curvas de nivel digitalizadas, respectivamente.