



FILO:UBA
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Buenos Aires

G

Casi invisibles

Diatomeas, ambientes locales y grupos humanos durante la primera mitad de Holoceno en la Puna Desértica

Autor:

Morales, Marcelo

Tutor:

Yacobaccio, Hugo

2004

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título en Licenciatura de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en Ciencias Antropológicas

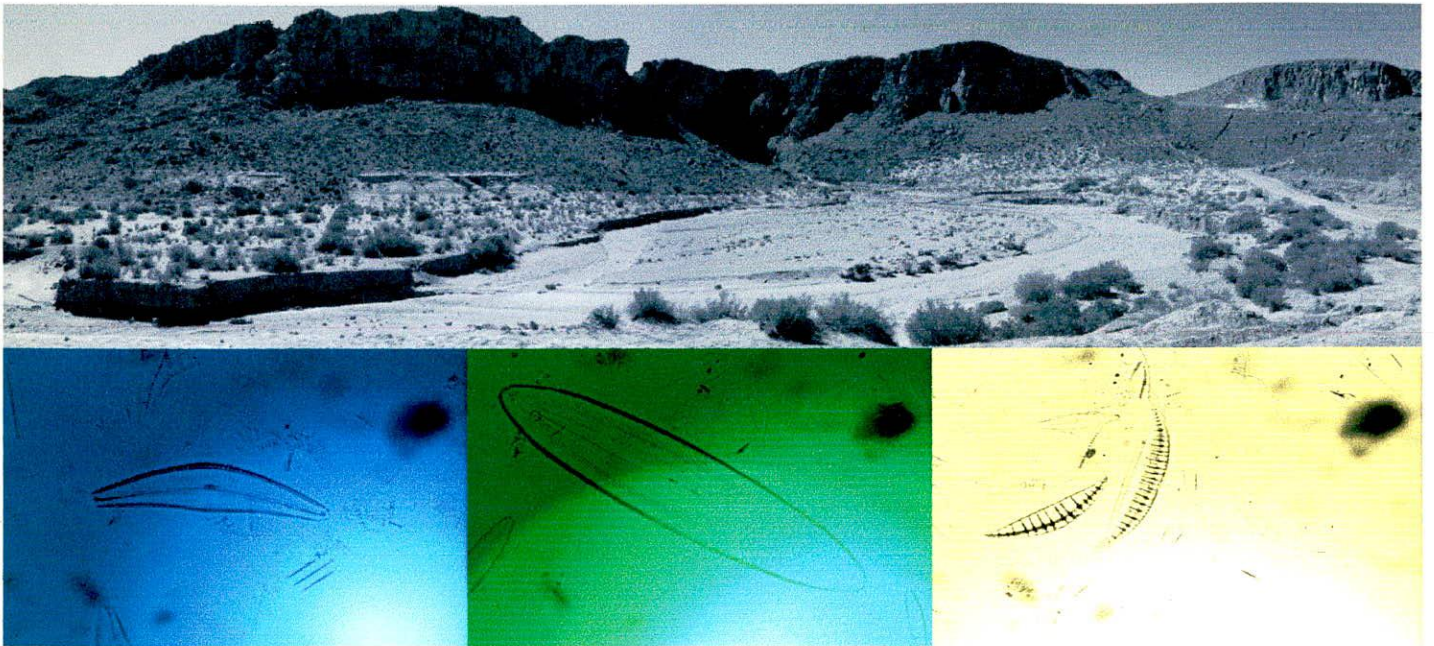
Grado



FILO:UBA
Facultad de Filosofía y Letras

FILODIGITAL
Repositorio Institucional de la Facultad
de Filosofía y Letras, UBA

TESIS 11-1-16



CASI INVISIBLES

*Diatomeas, ambientes locales y grupos humanos durante
la primera mitad del Holoceno en la Puna Desértica.*

MARCELO R. MORALES

Tesis de Licenciatura de la carrera de Cs. Antropológicas, orientación Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras - Universidad de Buenos Aires - 2004

TESIS 11-1-16

FACULTAD de FILOSOFIA y LETRAS	
Nº 814.805 MESA	
21 OCT 2004 DE	
Agr.	ENTRADAS

CASI INVISIBLES

*Diatomeas, ambientes locales y grupos humanos durante
la primera mitad del Holoceno en la Puna Desértica.*

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Dirección de Bibliotecas

MARCELO R. MORALES

L.U.: 25.021.139

Director: Hugo D. Yacobaccio

**Tesis de Licenciatura de la carrera de Ciencias Antropológicas
orientación Arqueología**

2004

Facultad de Filosofía y Letras - Universidad de Buenos Aires

*"This desert flower,
This rare perfume,
is the sweet intoxication of her love". Sting*

Solana

A Solana García Guraieb, mi compañera de viaje...

Índice

	Páginas
Agradecimientos	6
Capítulo 1: Introducción, objetivos e hipótesis	8
1.1. Introducción	
1.2. Nuestra perspectiva general	
1.3. Objetivos	
1.3.1. Objetivos generales	
1.3.2. Objetivos particulares	
1.4. Hipótesis	
1.5. Entonces...	
1.6. Sobre la estructura de la tesis	
Capítulo 2: Aspectos teóricos generales: Paleoambiente, recursos y cazadores recolectores	14
2.1. Introducción	
2.2. Hábitat, ambiente, cambio ambiental y sus escalas	
2.3. Un poco más sobre recursos...	
2.4. Condiciones ambientales, recursos y respuestas humanas	
2.5. El ambiente y su impacto en aspectos organizativos de grupos cazadores recolectores	
2.5.1. Subsistencia, recursos y riesgo en sociedades cazadoras recolectoras	
2.5.2. Patrones de asentamiento, movilidad y recursos	
2.5.3. Reducción de movilidad y agregación: C-R simples y complejos o igualitarios y no-igualitarios	
2.6. Resumiendo	
Capítulo 3: La Puna en la actualidad: Heterogénea, variable e impredecible	23
3.1. Aspectos generales de la Puna	
3.1.1. Humedad, vegetación y distribución de nutrientes	
3.1.2. Fauna silvestre de la Puna como recurso	
3.1.3. Hidrografía	
3.2. Clima y lluvias en la Puna Desértica	
3.3. Quebrada de Lapao y Ramadas: las dos localidades estudiadas	
3.4. Resumiendo...	

Capítulo 4: Información paleoambiental previa: Patrones climáticos, condiciones ambientales y expectativas para el Holoceno Temprano y Medio

31

- 4.1. Generalidades
- 4.2. Patrones climáticos relevantes para nuestra área de estudio
 - 4.2.1. El Niño Southern Oscillation (ENSO) y La Niña
 - 4.2.1.1. Características e impactos de ENSO
 - 4.2.1.2. ENSO a través del tiempo
 - 4.2.2. Los “Southern Westerlies” o vientos Suroeste con dirección al ecuador
 - 4.2.3. Modos de Circulación atmosférica y oceánica a lo largo del tiempo (desde el 18.000 AP)
 - 4.2.3.1. Máximo Glacial
 - 4.2.3.2. Tardiglacial o Interestadial
 - 4.2.3.3. Holoceno
 - 4.2.3.4. Resumen de los patrones climáticos antecedentes
- 4.3. Condiciones paleoambientales desde los datos brindados por diferentes proxies
 - 4.3.1. Tendencias climáticas y paleoambientales desde el 21.000 AP hasta el comienzo del Holoceno
 - 4.3.2. Detalle de la información paleoambiental sobre el Holoceno
 - 4.3.2.1. Tendencias climáticas para el Holoceno Temprano y Medio según Clapperton (1993)
 - 4.3.2.2. Núcleos de Hielo del Glaciar Huascarán en Perú (Thompson et al. 1995)
 - 4.3.2.3. Primer Grupo (Argentina)
 - A) Secuencia polínica del Aguilar y Barro Negro, Jujuy (Markgraf 1985)
 - B) Secuencia polínica de Yavi, Jujuy (Lupo 1998)
 - 4.3.2.4. Segundo Grupo (Bolivia)
 - A) Secuencia polínica resumida de 5 perfiles según Graf (1977)
 - B) Secuencia polínica de Sajama (Ybert 1984)
 - C) Niveles de lagos de altura según Bradbury et al. (2001)
 - Lago Titicaca (3810 msnm)
 - Salar de Uyuni (3653 msnm)
 - 4.3.2.5. Tercer Grupo (Chile)
 - A) Secuencia polínica de Tumbre (Graf 1992)
 - B) Secuencia polínica de Laguna Seca (Baiead y Wheeler 993)
 - C) Niveles de la Laguna Lejía (Bradbury et al. 2001)
 - 4.3.3. Resumen gráfico de la información paleoambiental del Holoceno
 - 4.4. Discusión de la información presentada
 - 4.4.1. Tendencias Climáticas y Ambientales del Holoceno Temprano y Medio
 - 4.4.2. Resumen y presentación del modelo ambiental para el Holoceno Temprano y Medio

Capítulo 5: El registro Arqueológico de la Puna de Atacama (chilena y argentina): características y patrones para discutir nuestros modelos

49

- 5.1. Introducción: finalidad y estructura del capítulo
- 5.2. Aspectos generales de las ocupaciones humanas durante el Holoceno Temprano y Medio en Chile y Argentina
- 5.3. El Registro Arqueológico
 - 5.3.1. El Registro Arqueológico de la Puna Chilena
 - 5.3.2. El Registro Arqueológico de la puna Argentina
- 5.4. Uso de camélidos en los sitios citados de Chile y Argentina: discusiones e implicancias

Capítulo 6: Metodología y Técnicas para el análisis de diatomeas

61

- 6.1. Aspectos Metodológicos Generales: las diatomeas como proxy

- 6.1.1. ¿Que son las diatomeas?
- 6.1.2. ¿Por qué utilizar las diatomeas como proxy?
- 6.2. Muestreo
- 6.3. Técnicas: preparados y cuantificación
- 6.4. Sobre la asignación taxonómica y análisis ecológico
 - 6.4.1. Asignación taxonómica
 - 6.4.2. Afinidades ecológicas
 - 6.4.2.1. Forma de Vida
 - 6.4.2.2. Salinidad
 - 6.4.2.3. pH
 - 6.4.2.4. Trofismo
- 6.5. Sobre Otros Proxies

Capítulo 7: Los datos y la interpretación ecológica: resultados del análisis de diatomeas

69

- 7.1. Sobre la presentación de los datos
- 7.2. Ubicación, dataciones y estratigrafía de las muestras analizadas
- 7.3. Características de los perfiles analizados
 - 7.3.1. Características generales de las diatomeas del Perfil Lapao 5, Susques, Jujuy
 - 7.3.1.1. El perfil L5 en detalle
 - 7.3.2. Características de las muestras del Perfil Lapao 9, Susques, Jujuy
 - 7.3.3. Resultados de la composición de la flora de las muestras aisladas L1, L6 y L7
 - 7.3.3.1. Características de la muestra L7 (8230 +/- 40 AP)
 - 7.3.3.2. Características de la muestra L1 (7550 +/- 90 AP)
 - 7.3.3.3. Características de la muestra L6 (7750 +/- 40 AP)
 - 7.3.3.4. Los gasterópodos de L6
 - 7.3.4. Características de las muestras del Perfil Norte, Ramadas, Salta
 - 7.3.4.1. El Perfil Norte de Ramadas en detalle

Capítulo 8: Atando cabos: Interpretación paleoambiental de las localidades estudiadas y sus relaciones con la información paleoambiental previa para el área en otras escalas

94

- 8.1. Sobre la estructura de este capítulo
- 8.2. Resumen de los resultados obtenidos para los loci muestreados
 - 8.2.1. Sobre las muestras provenientes de la Quebrada de Lapao, Susques, Jujuy
 - 8.2.1.1. El perfil Lapao 5
 - 8.2.1.2. El perfil Lapao 9
 - 8.2.1.3. Las muestras L1, L6 y L7
 - 8.2.2. Sobre las muestras provenientes de Ramadas, San Antonio de los Cobres, Salta
 - 8.2.2.1. El Perfil Norte
- 8.3. Relaciones entre loci y características paleoambientales de Quebrada de Lapao
 - 8.3.1. Relaciones entre las muestras de L5 y L9 y sus implicancias
 - 8.3.2. Relaciones de la muestra L6
 - 8.3.3. Relaciones de las muestras L1 y L7
- 8.4. Reconstruyendo paisajes: poniendo la información en sus contextos
 - 8.4.1. El paleoambiente de Lapao
 - 8.4.1.1. ¿Que pasó después?
 - 8.4.2. El paleoambiente de Ramadas
- 8.5. Comparando y discutiendo los resultados: evaluando los modelos del capítulo 4
 - 8.5.1. Los resultados de diatomeas vs. los de otros proxies correspondientes a otras escalas
 - 8.5.2. Los resultados de diatomeas vs. las expectativas teóricas según los regímenes dominantes en las localidades

8.6. Resultados de la evaluación de los modelos

Capítulo 9: Los modelos sobre estructura de recursos y estrategias cazadoras-recolectoras durante la primera mitad del Holoceno en la Puna: su construcción y discusión. **107**

- 9.1. Introducción
- 9.2. El modelo sobre la estructura de recursos en la Puna durante la primera mitad del Holoceno
 - 9.2.1. Algunos conceptos a recordar para la construcción del modelo sobre recursos
 - 9.2.2. Sobre la construcción del modelo sobre localidades disponibles, parches y camélidos
 - 9.2.2. El modelo sobre recursos para la primera mitad del Holoceno
 - 9.2.4. Alcances y limitaciones de este modelo
- 9.3. El modelo sobre estrategias cazadoras-recolectoras según la estructura de recursos de la primera mitad del Holoceno en la Puna
 - 9.3.1. Variables e indicadores arqueológicos del modelo sobre estrategias cazadoras recolectoras
 - 9.3.1.1. Movilidad residencial
 - 9.3.1.2. Estrategias de explotación de recursos
 - 9.3.1.3. Territorialidad
 - 9.3.1.4. Técnicas de caza
 - 9.3.1.5. Items alóctonos: su abundancia relativa y forma de obtención
 - 9.3.1.6. Desigualdad social
 - 9.3.1.7. Tecnología
 - 9.3.2. El modelo sobre estrategias cazadoras-recolectoras en función de la estructura de recursos de la primera mitad del Holoceno en la Puna.
 - 9.3.3. Testeando el modelo arqueológico
 - 9.3.4. Alcance y limitaciones del modelo arqueológico

Capítulo 10: Aportes, conclusiones y perspectivas futuras **127**

Bibliografía **130**

Agradecimientos

Nunca resulta justa esta instancia ya que suele ser mucha más la gente merecedora de mención que la que nuestra memoria se apiada en recordar. De todas formas son muchas las personas que han colaborado de una u otra manera con esta tesis y a las que quiero expresar mi más sincero agradecimiento:

A Juan, Alicia y Alejandra, mi familia, por su amor y por enseñarme en la práctica diaria el significado de la palabra “esfuerzo”. Sin ellos y sin su incondicional apoyo no hubiese llegado a esta instancia.

A mi otra familia, Jorge, Gabriela, Melania, Alejo, Santiago y Luis, por su cariño y paciencia.

A Hugo Yacobaccio a quien debo mucho, por su guía, su preocupación permanente, y fundamentalmente, por su amistad. Gracias “jefe”...

A Hernán Muscio por nuestras interminables discusiones y por invitarme a trabajar al área de la que me enamoré, la puna.

A J. C. Martinez Macchiavello por ayudarme a dar los primeros pasos en el mundo de las diatomeas; y a Nora I. Maidana quien me ha brindado en estos últimos dos años, desinteresadamente, y con su calidez característica, su apoyo y conocimiento para mejorar la calidad de mi trabajo en este campo.

Al equipo de Susques, “Paz” Catá, “Pato” Solá, “Caro” Azcune, Norma Perez y Delphine Joly, con las cuales he pasado grandes momentos de campaña y le dan sentido a la palabra “equipo”. A Patricia Solá, particularmente, le agradezco sus sugerencias y aportes en los temas geológicos de esta tesis y la lectura y corrección de un manuscrito previo. Al resto del equipo su tolerancia y paciencia frente a mis frecuentes “en una semanita termino la tesis y te la paso...”

No puedo dejar de agradecer a los amigos que me ha regalado la arqueología: el “Flaco” Paradela, “Javi” Musali, Marcelo Cardillo, Marcia Bianchi Villelli, Tirso Bourlot, Diego Rindel, “Guti” Tessone y Lorena Grana. Todos ellos (y muchos otros...), entre asados y pizzas, han hecho placenteros estos años.

Tampoco puedo dejar de agradecer a mis entrañables amigos de la vida, y a sus respectivas familias, "Maxi" Vivansan Rivet y Paulo Turri, por el apoyo que me dieron a lo largo de todos estos años, y por el interés en algo tan remoto en sus vidas como la arqueología.

Finalmente, quiero agradecer a todos aquellos que trabajan en la sección arqueología del Instituto de Ciencias Antropológicas de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA, que con su calidez hacen posible que uno trabaje a gusto.

Marcelo R. Morales
Buenos Aires, Octubre de 2004

Capítulo

1

Introducción, objetivos e hipótesis

1.1. Introducción.

El título “Casi invisibles. Diatomeas, ambientes locales y grupos humanos durante la primera mitad del Holoceno en la Puna Desértica” intenta reflejar la característica común a todos los elementos integrantes del camino deductivo del que es objeto la presente tesis.

En primer lugar se encuentran las *diatomeas*, línea de evidencia principal de esta tesis. Estas son organismos microscópicos “casi invisibles” de los que obtuvimos interesantes datos sobre las condiciones paleoambientales del área para el período citado. Particularmente, dada la resolución espacial que es propia a esta línea de evidencia en ambientes heterogéneos como la Puna, nos ha permitido inferir las condiciones ambientales de ciertas localidades en particular. Aquí es donde se incorpora el segundo elemento “casi invisible” de esta cadena deductiva, los *ambientes locales*. Estos ambientes ya sea por su propia naturaleza o por la frecuente dificultad y falta de interés en su estudio suelen permanecer desconocidos, a pesar de su crucial importancia en lo que concierne a la toma de decisiones y la selección de estrategias determinadas por parte de los grupos humanos en diferentes momentos de la historia. Finalmente, vemos como se desprende el tercer elemento “casi invisible” de este razonamiento, los *grupos humanos*. Aquí debemos detenernos un poco más, dado que si bien esta tesis posee un fuerte contenido paleoambiental, los objetivos e hipótesis de la misma se orientan a dar respuesta a preguntas de índole esencialmente arqueológica.

En este sentido, consideramos que algunos de los problemas más importantes que aborda la arqueología del noroeste argentino, como por ejemplo, el desarrollo de la domesticación, el

surgimiento del sedentarismo y/o la complejidad, entre otros, tienen profundas raíces temporales adscribibles a la primera mitad del Holoceno, más precisamente al Holoceno Medio. En el área de la Puna tanto argentina como chilena, el Holoceno Medio -en cuanto a información arqueológica se refiere- es poco conocido, y una vez más “casi invisible”. Por esta razón, y dada la baja frecuencia o la sugestiva falta de evidencias en algunas áreas de sitios arqueológicos detectados hasta el momento, se ha propuesto para buena parte del mismo un “silencio arqueológico” (*sensu* Nuñez 1992, Grosjean y Nuñez 1994). Se ha sugerido también, que este “silencio arqueológico” es el resultado del despoblamiento del área de la puna por causas ambientales, particularmente por la aridez causada por el *Hypsithermal* u *Optimum Climaticum* en el área y por la consecuente reducción de la productividad del ambiente que la misma pudo traer aparejada.

De lo argumentado hasta aquí se desprende buena parte de las razones por las que hemos decidido comenzar a estudiar de manera sistemática el paleoambiente de ciertas localidades de la Puna. Consideramos que no existen aún datos paleoambientales suficientes de diferente escala como para tener una imagen acabada del paisaje de la Puna durante diferentes momentos del Holoceno que permitan afirmar situaciones uniformes como la de un “silencio arqueológico” regional por causas ambientales. Más aún, los resultados obtenidos y presentados en esta tesis parecen sugerir un alto grado de variabilidad de situaciones y ambientes que debilitarían esta explicación monocausal para el registro del Holoceno Medio.

1.2. Nuestra perspectiva general

De todas formas, nuestra perspectiva general en esta tesis no se limita a intentar fortalecer o debilitar una explicación particular como la antecedente, ni brindar únicamente los resultados provenientes de un único proxy como las diatomeas. Esta tesis excede ampliamente ambas cosas, realizando un estudio intensivo de las patrones climáticos y características ambientales en diferentes momentos de la primera mitad del Holoceno que modelaron la estructura de los recursos en el pasado. En este sentido, una de las intenciones principales de este trabajo es proponer una perspectiva teórico metodológica diferente desde donde partir para responder problemas arqueológicos particulares. Desde esta perspectiva, los estudios paleoambientales no funcionan únicamente como estudios que completan explicaciones o que brindan escenarios a los que los datos arqueológicos deben intentar acoplarse. En este sentido, nuestro enfoque se centra en generar, en primer lugar, un escenario paleoambiental previo de alta resolución a partir de: a) los análisis de diatomeas realizados para esta tesis, b) otros proxies complementarios y c) la información paleoambiental y paleoclimática preexistente. Dicho escenario nos permite generar expectativas

teóricas sobre la estructura de los recursos y áreas disponibles para la ocupación/explotación por parte de los grupos cazadores-recolectores que habitaron la región. Dicha/s estructura/s de recursos nos permitirá/n generar modelos teóricos relacionados con aspectos organizacionales de dichos grupos, acotando el rango de estrategias humanas implementables en cada período y lugar. Finalmente, y una vez que contamos con una imagen teórica compleja de la situación, contrastamos dichas ideas con el registro arqueológico que presentamos en el capítulo 5.

Ahora bien, consideramos que este tipo de enfoque implica una labor intensa y compleja en la que esta tesis solo da los primeros pasos generando modelos de carácter general. En este sentido consideramos que el empleo sistemático de esta perspectiva nos permitirá refinar y aumentar progresivamente el alcance explicativo de nuestros modelos, generando expectativas más precisas. Por esta razón en el siguiente apartado enunciaremos los objetivos generales y particulares de esta tesis con la finalidad de aclarar el alcance particular de la misma y los resultados que pretendemos obtener.

1.3. Objetivos.

Los objetivos que nos hemos propuesto en esta tesis los hemos dividido en dos grupos. Por una parte nos hemos propuesto objetivos generales, los cuales si bien no podrán ser respondidos solo con los datos aportados por el presente trabajo, dado que demandan un cuerpo de investigaciones mucho mayor que está en curso, fijan el horizonte de nuestras investigaciones. Dichos objetivos no solo cumplen con aportar datos significativos para la arqueología sino que aportan información relevante para disciplinas afines como la biología y la climatología, entre otras. Por otra parte, enunciaremos los objetivos particulares de esta tesis, los cuales se orientan a problemas acotados que intentarán ser resueltos en este trabajo. Ambos se enuncian a continuación.

1.3.1. Objetivos Generales

- Comprender la/s relación/es entre las condiciones ambientales de escala global y sus consecuencias en localidades particulares.
- Estimar la intensidad y extensión de los cambios climáticos durante la primera mitad del Holoceno en esta región en diferentes escalas.
- Calibrar la variabilidad tanto espacial como temporal causada por el “pulso climático” del Hypsithermal en el área de la puna y, consecuentemente, plantear que posibilidades han existido durante el citado lapso para la habitación del área por parte de grupos humanos.

- ❑ Explorar la variabilidad ambiental tradicionalmente aceptada para el área de estudio, mejorando la precisión sobre el conocimiento del ambiente y su estructura de recursos, con el fin de enriquecer nuestra comprensión de las relaciones entre el mismo y las conductas de los grupos humanos que habitaron la puna durante el período estudiado.
- ❑ Colaborar en la construcción de futuros modelos climáticos, ecológicos y arqueológicos que permitan establecer las características del paisaje puneño en diferentes escalas y cronologías e inferir las relaciones de los grupos humanos con estos escenarios.

1.3.2. Objetivos particulares

- ❑ Estimar las características y cambios ambientales de dos localidades de la Puna Desértica argentina durante la primera mitad del Holoceno.
- ❑ Generar un modelo general sobre la estructura de recursos durante este período a partir de los resultados antecedentes y de la información paleoambiental y paleoclimática preexistente.
- ❑ Interpretar la relevancia de dicha estructura de recursos observando las implicancias teóricas para los grupos humanos que habitaron la región en este período.
- ❑ Establecer un modelo teórico conteniendo las expectativas sobre el registro arqueológico resultante de las posibles estrategias humanas implementadas para afrontar los cambios y características del ambiente en dicho período y contrastarlo con la información arqueológica preexistente.

1.4. Hipótesis

Obviamente nuestros objetivos están relacionados a algunas ideas que hemos plasmado en forma de hipótesis, con la intención de ponerlas a prueba en éste y en futuros trabajos. Dichas hipótesis se enuncian a continuación, ordenadas de lo general a lo particular.

- a) No existiría correlación término a término entre las condiciones climáticas globales y las locales. En función de esto, las últimas parecen estar controladas en mayor medida por factores como la altitud, aspectos microtopográficos, hidrográficos, orográficos y algunos patrones climáticos de escala continental y regional.
- b) El Holoceno Medio se caracterizaría por un gradual aumento del contraste entre parches, produciendo la progresiva concentración de recursos en ciertas localidades particulares.
- c) No sería esperable ningún hiato ocupacional durante el Holoceno a nivel regional, dado que existirían condiciones ambientales locales con capacidad de sustentación suficiente para grupos humanos que pudieran haber alterado aspectos de su organización.

- d) Dichas modificaciones de aspectos organizacionales estarían relacionados a cambios en los patrones de movilidad (ej. menor movilidad residencial), surgimiento de nuevas tecnologías (ej. las relacionadas a nuevas estrategias de caza, protección de manadas (*protective herding*) y domesticación), y aumento de la complejidad social.

1.5. Entonces...

Esta tesis presenta los resultados obtenidos hasta el momento, mediante el análisis de diatomeas fósiles, sobre las condiciones paleoambientales de dos localidades de la Puna Desértica durante la primera mitad del Holoceno. Se presentan, a su vez, algunos resultados provenientes de otro tipo de proxies (i.e. Isótopos Estables, análisis de Gasterópodos y Geomorfología) que mejoran y refuerzan las inferencias sobre las condiciones paleoambientales. Conociendo dichas condiciones se incluyen y evalúan en el marco de la información paleoambiental preexistente, generando un modelo sobre la disponibilidad y estructura de recursos en diferentes períodos. A partir de esta/s estructura/s de recursos generamos expectativas teóricas sobre la conducta y los patrones organizativos de las poblaciones cazadoras-recolectoras de la puna durante la primera mitad del Holoceno. Finalmente las contrastamos con los antecedentes arqueológicos de la región.

Consideramos que los resultados provistos por este trabajo nos obligan, al menos, a volver a pensar sobre las condiciones paleoambientales durante la primera mitad del Holoceno (y quizás para todo el período), y su relación con las poblaciones humanas, particularmente durante el pulso climático global denominado Hypsithermal. Consideramos de suma importancia esta tarea dada la relevancia de las temáticas involucradas en este lapso (ej. domesticación, sedentarismo, complejidad social, etc.) para la comprensión de la evolución de las estrategias humanas en el pasado y su correspondiente articulación con el ambiente.

Estudiar la variabilidad ambiental local durante la primera mitad del Holoceno nos permitirá evaluar la posibilidad de que durante este período existieran ambientes capaces de soportar poblaciones de grupos cazadores recolectores en la región. Así, el conocimiento de estos paleoambientes con mayor resolución espacial (i.e. escala local) nos permitirá generar nuevos modelos o reforzar los ya existentes en cuanto a las estrategias humanas empleadas por los grupos de cazadores recolectores que habitaron la región. Los resultados presentados en esta tesis intentan dar los primeros pasos en esta dirección, permitiendo también reabrir la discusión sobre la existencia de ocupaciones humanas en el Holoceno Medio en un ambiente tan complejo como la Puna.

1.6. Sobre la estructura de esta tesis.

Para finalizar esta introducción consideramos necesario delinear la estructura de esta tesis. Es con esta finalidad que presentamos a continuación un breve resumen del contenido de cada capítulo y de su función general en el desarrollo de esta tesis:

Capítulo 2. Plantea los lineamientos teóricos generales y particulares sobre temas relevantes para este trabajo. Establece definiciones operativas que serán utilizadas en la generación de modelos, tanto paleoambientales como arqueológicos, y para la discusión de temáticas pertinentes.

Capítulo 3. Describe al área de la Puna, reseñando algunos temas importantes sobre la estructura de los recursos de la región que será utilizada en la construcción de modelos y en la discusión general.

Capítulo 4. Describe y analiza la información paleoambiental preexistente en la región. Presenta un modelo climático general y las expectativas teóricas sobre las características y disponibilidad de diferentes áreas.

Capítulo 5. Presenta los antecedentes arqueológicos de la Puna de Atacama, tanto de Argentina como de Chile, describiendo someramente el registro de la región durante la primera mitad del Holoceno. Este capítulo brinda los elementos necesarios para contrastar las expectativas del modelo arqueológico del capítulo de discusión (Capítulo 10).

Capítulo 6. Describe la metodología y las técnicas empleadas en el análisis de diatomeas y la utilización de otros proxies.

Capítulo 7. Presenta los datos obtenidos de las diferentes líneas de evidencia, particularmente el de las diatomeas.

Capítulo 8. Presenta la interpretación paleoambiental de los resultados presentados en el capítulo 7 y de su respectiva interrelación. Se discuten sus implicancias en relación a las expectativas derivadas de la discusión en el capítulo 4.

Capítulo 9. Se plantea el modelo de disponibilidad de áreas y estructura de recursos sobre la base de lo discutido en el capítulo 8 y lo presentado en el capítulo 3. Se deriva el modelo sobre expectativas arqueológicas utilizando los elementos teóricos del capítulo 2. Finalmente, se discute este último modelo con la información arqueológica brindada en el capítulo 5.

Capítulo 10. Se evalúan las hipótesis y objetivos, se resumen los aportes de esta tesis y se extraen las conclusiones pertinentes.

Capítulo

2

Aspectos teóricos generales: Paleoambiente, recursos y cazadores recolectores

2.1. Introducción

¿Por qué nos interesa estudiar las condiciones paleoambientales de algunas localidades de la puna? Esta es la pregunta que guiará el presente capítulo. Una vez que revisemos algunos conceptos y definiciones esperamos poder responderla de manera tal que aporte los conceptos teóricos fundamentales que sustentan esta tesis. Así, discutiremos aspectos relativos, en primer lugar, al ambiente, el cambio ambiental y sus escalas; en segundo lugar, la relación entre los recursos y las respuestas humanas en general y, finalmente, la relación entre recursos y estrategias cazadoras recolectoras en particular. Una vez más, debemos recordar que la particularidad de esta tesis radica en el uso que se le da a los resultados de los estudios paleoambientales. Los mismos no se utilizan para generar un marco ambiental al cual los datos arqueológicos deberán tratar de ajustarse, sino que se los utilizan como una herramienta teórica generadora de hipótesis sobre estrategias humanas.

2.2. Hábitat, ambiente, cambio ambiental y sus escalas

Sabemos que los estudios paleoambientales en arqueología se han consolidado como una fuente de información de suma importancia en las últimas tres décadas, particularmente a partir del surgimiento y consolidación de enfoques teóricos con un fuerte componente ecológico, tales como las corrientes procesuales, el adaptacionismo, la ecología evolutiva, la ecología humana y la

arqueología ambiental, entre otras. La razón de este impulso radicó en la necesidad de conocer y estudiar los hábitats humanos. Al respecto, coincidimos con Dincauze (2000) en que los hábitats presentan problemas y oportunidades diferentes, en el tiempo y en el espacio, para los organismos sin importar su complejidad, lo cual incluye a la especie humana. Por su parte, Binford (2001) sugiere que el concepto de hábitat implica variables ambientales tales como la temperatura, las precipitaciones, la biomasa y la diversidad de especies, entre otras.

Con estas definiciones de hábitat en mente, vemos que este concepto se subsume en el de ambiente sugerido por Smith y Winterhalder (1992) como todo lo externo al organismo que influye en su probabilidad de supervivencia y reproducción. Consideramos al mismo una esfera dinámica por definición, compuesta tanto por el ambiente físico como por el social, siendo ambos susceptibles de ser modificados por el otro. Esto último toma particular importancia dentro de la especie humana, que a diferencia de otras especies animales, puede alterar su hábitat intencionalmente, modificando numerosos aspectos del mismo.

Ahora bien, como líneas arriba planteamos que la variabilidad es una de las características definitorias del concepto de ambiente, debemos definir que entendemos por cambio ambiental. Siguiendo a Dincauze (2000), este es un concepto relativo en diferentes dimensiones. Por un lado, en cuanto a que implica valores culturales, tecnologías, demografía y escalas (Dincauze 2000). Por el otro, porque la medida del cambio depende de las condiciones previas y posteriores. En este último sentido, la variabilidad implicada en estos cambios exhibe una particular estructura espacio-temporal y una intensidad relativa que determinan la amplitud y severidad del problema con que una determinada sociedad debe lidiar (Halstead y O'Shea 1989). Así, si bien la variabilidad ambiental suele generar condiciones que impliquen diferentes tipos de respuestas por parte de los grupos humanos, los mismos pueden generar mediante algunas de sus estrategias un impacto de rango variable, en cuanto a intensidad y duración, en el ambiente.

En cuanto a la otra dimensión de la relatividad del cambio ambiental, nos encontramos con el tema de las escalas. Como hemos dicho, los cambios ambientales se expresan en diferentes escalas tanto espaciales como temporales (ver tablas 2.1. y 2.2.) que implican diferentes posibilidades de ser percibidas por los grupos humanos tanto en el presente como en el pasado. Dichos cambios según Dincauze (2000) solo son percibidos si son de corto plazo o, los que particularmente nos interesan, si modifican la estructura de recursos que son importantes para los grupos humanos. Es por esto que será una tarea central en esta tesis derivar de las condiciones ambientales inferidas modelos sobre la estructura de recursos disponibles para cada momento analizado. Para poder realizar esto, debemos abordar los estudios paleoambientales en diferentes escalas, siendo de particular importancia la escala local. En este sentido, existen estudios ambientales realizados en el área en

escalas espaciales más amplias que nos permite contar con un marco paleoambiental conocido, pero aún desconocemos el impacto de dichas condiciones en escalas menores. Esto impide estimar de manera precisa y confiable la oferta de recursos críticos como el agua y móviles como la fauna de alto ranking en ambientes heterogéneos y complejos como la puna. Por otra parte, la escala de esta información paleoambiental preexistente suele ser demasiado amplia como para ser compatible con problemas arqueológicos concretos, o aplicable para interpretar de manera directa el paleoambiente de áreas tan heterogéneas como la aquí estudiada.

Consideramos que conocer el paleoambiente en diferentes escalas nos permitirá entender y calibrar el impacto de cambios de escala global y continental en las escalas que pueden ser percibidas por los grupos humanos. Consecuentemente, dicho conocimiento nos permitirá precisar nuestras interpretaciones sobre las estrategias humanas implementadas para afrontar dichos cambios. En este proceso deductivo el concepto de recursos funciona como un elemento clave, por lo que el apartado que sigue presentará algunas definiciones elementales al respecto.

Escalas Espaciales	Área (km ²)	Unidad Espacial
Mega	5.1 x 10 ⁹ km ²	Planeta
	<10 ⁸ km ²	Continentes, Hemisféricos
Macro	10 ⁴ -10 ⁷ km ²	Región, provincia fisiográfica
Meso	10 ² -10 ⁴ km ²	Área de captación de recursos
	1-10 ² km ²	Localidad
Micro	< 1 km ²	Sitio, Locus

Tabla 2.1. Escalas espaciales (Tomado de Dincauze 2000:25)

Escalas Temporales	Duración o Frecuencia (años)	Lapsos
Mega	>10 ⁶ ; > 1 Ma	Más de 1 millón de años
Macro	10 ⁴ - 10 ⁶ ; 10 Ka - 1 Ma	10.000 a 1 millón de años
Meso	10 ² - 10 ⁴ ; 0.1 - 10 Ka	siglos a 10.000 años
Micro	< 10 ² ; 0.001 - 0.1 Ka	menos de un siglo (décadas)

Tabla 2.2. Escalas Temporales (Tomado de Dincauze 2000:25)

2.3. *Un poco más sobre los recursos...*

Ahora bien, si como mencionamos líneas arriba un concepto clave para abordar las respuestas humanas a cambios ambientales es el de **recursos**, los estudios paleoambientales realizados para este trabajo deben estar dirigidos a estimar la estructura de los mismos en diferentes momentos del

Holoceno en nuestra área de estudio, en una escala perceptible por las poblaciones humanas en el pasado (i.e. mesoescala). Por estructura de recursos nos referimos a las variables sugeridas por Mine y Smith (1989): su abundancia, predicibilidad, duración y extensión de sus fluctuaciones y recursos alternativos. Por otro lado, no deben dejarse de lado las capacidades de los grupos humanos (ej. tecnología) que determinan en buena medida qué recursos son percibidos como tales (Nelson 1991, Bousman 1993).

Por otra parte, coincidimos con Bousman (1993) en observar que los modelos clásicos de optimización (e.g. “amplitud de dieta” y “parche”) no incorporan explícitamente la variabilidad de los recursos en sus formulaciones. Como antropólogos sabemos que la escasez de alimentos y el **riesgo**¹ económico son factores limitantes importantes en la supervivencia humana, y la predicibilidad del alimento ha tenido un impacto importante en las adaptaciones humanas (Halstead y O’Shea 1989). En este sentido, el riesgo es un reflejo de la escasez de alimentos, la cual está determinada por las condiciones locales y relacionada con la necesidad (Bousman 1993).

Entonces, sabemos que las sociedades obtienen del ambiente los recursos económicos para asegurar su subsistencia, reproducción y desarrollo. Para ello, establecen variadas estrategias que les permiten procurarse, directa o indirectamente, esos recursos, evaluando costos y riesgos. Ahora bien, con esto no queremos defender modelos de determinismo ambiental, donde determinadas estrategias se establecen ante unas características ambientales dadas. Consideramos, en cambio, que existe un espectro de respuestas adaptativas que es extremadamente amplio. A tal efecto discutimos en el apartado siguiente la relación entre ambiente y respuestas humanas.

2.4. Condiciones ambientales, recursos y respuestas humanas

Los humanos raras veces poseen una información perfecta sobre el ambiente (Kelly 1995).

Consideramos que la solución de los problemas impuestos por el ambiente, en cualquier caso particular, son el producto de las condiciones ambientales locales y la naturaleza específica del comportamiento humano en ese contexto (Halstead y O’Shea 1989). Los procesos de resolución de estos problemas, que responden a las condiciones creadas por el vínculo entre los hombres y su ambiente, son las **estrategias** (Nelson 1991). En este sentido, Winterhalder y Smith (1992) proponen que la gran variabilidad de estados posibles del ambiente de un organismo permite esperar una correspondiente variabilidad de expresiones comportamentales. Dincauze (2000) ha sugerido que las personas emplean estrategias conductuales agrupables en cuatro categorías secuenciales en

¹ El **riesgo** se define como la probabilidad de pérdida económica, usualmente concebida como variaciones ambientales que influyen en la obtención de alimento para sustento de una población (Cashdan 1990).

cuanto a un gradiente incremental en el costo social y físico: a) flexibilidad conductual individual, b) movilidad espacial, c) innovación tecnológica, y d) manipulación de la complejidad social; considerando que las primeras opciones tienden a minimizar los ajustes² en el medio y en sus conductas, y a priorizar la reversibilidad y el conservadurismo de los mismos, en relación a la naturaleza (i.e. intensidad y duración del impacto en el grupo) del cambio percibido.

Habiendo visto algunas relaciones entre recursos y respuestas de los grupos humanos en general, debemos ahora revisar ciertas relaciones que nos interesan particularmente dada la cronología de que es objeto esta tesis. En este sentido, buscamos en el apartado siguiente presentar algunas relaciones generales entre ambiente y estrategias cazadoras recolectoras.

2.5. El ambiente y su impacto en aspectos organizativos de grupos cazadores recolectores

2.5.1. Subsistencia, recursos y riesgo en sociedades cazadoras-recolectoras

Como se desprende de lo citado en apartados anteriores, coincidimos con Kelly (1995) en que las características de los recursos alimenticios establecen por sí mismas las condiciones iniciales del proceso de toma de decisión sobre la subsistencia en los grupos humanos. En este sentido, la dieta de los cazadores-recolectores está sistemáticamente relacionada a su ambiente (Kelly 1995).

Sabemos que los recursos pueden variar en su intensidad (cuán grande es la variación en el tiempo en la abundancia de un recurso), en su frecuencia (cuán frecuentemente la abundancia de un recurso fluctúa por debajo de un nivel determinado), su extensión espacial (cuán grande es el área afectada por una fluctuación determinada en los recursos), y su predicibilidad (cuánto se puede saber de las condiciones de un recurso anticipadamente); esta última dimensión de predicibilidad puede a su vez subdividirse en dos categorías: la predicibilidad espacial y la predicibilidad temporal (Kelly 1995). En este sentido, el riesgo es usualmente considerado como la posibilidad de no obtener suficiente alimento, mientras que el *stress* se refiere a los períodos en los que esto sucede. Pero dado que los recursos pueden variar en diferente forma, consecuentemente existen diferentes tipos de riesgo y *stress* (Cashdan 1992 para una revisión integral).

Los cazadores recolectores pueden responder a situaciones riesgosas de este tipo al menos de dos maneras diferentes. La primera de ellas se refiere a alterar su dieta en la medida que los recursos y las condiciones cambian. Así, en condiciones de recursos riesgosos, los cazadores recolectores pueden diversificar su base de recursos y al hacerlo volverlos más estables y confiables. De esta

² Definimos al ajuste como una continua crítica o evaluación del propio fitness en un ambiente particular (Dincauze 2000). En este sentido, uno de los resultados más importantes del ajuste son los cambios en la conducta por medio de estrategias

manera si un recurso de la dieta falla otro puede estar disponible. Esta diversificación no resulta de un deseo consciente de reducir el riesgo, sino de una reducción de la disponibilidad de recursos de alto ranking (Kelly 1995).

La otra manera de lidiar con recursos riesgosos es aumentar la eficiencia mediante otros mecanismos como la especialización o la intensificación en recursos particulares, los cuales suelen estar asociados a cambios en otros niveles organizacionales, como la movilidad o la tecnología.

En este sentido, la especialización no sólo es un mecanismo que aumenta la eficiencia sino que reduce la competencia entre individuos (Kosse 1994). En este sentido, el tamaño de los grupos está relacionado a los costos de implementación de estas estrategias. Si bien la competencia favorece selectivamente a los grupos más grandes, los costos favorecen a los pequeños (Kosse 1994). La intensificación, en cambio, puede presentarse más fácilmente y con menores costos en grupos de un nivel doméstico (Netting 1990, en Kosse 1994).

De lo antecedente se desprende la necesidad de empezar a explorar otros aspectos organizativos centrales de los cazadores recolectores relacionados a la subsistencia y la estructura de recursos. Abordemos entonces los patrones de asentamiento y la movilidad.

2.5.2. Patrones de asentamiento, movilidad y recursos

Binford (1980) describe la variabilidad que observa en los patrones de asentamiento en grupos cazadores recolectores mediante dos tipos ideales o teóricos basados en la movilidad residencial (movimientos del total de la banda o del grupo local desde un campamento al otro) y en la movilidad logística (movimiento de individuos o de grupos de tareas específicas yendo y volviendo al campamento base). Estos tipos ideales son los renombrados *forager* y *collector*, los cuales presentan dos polos teóricos entre los que pueden ubicarse los casos reales provistos por la etnografía y la etnoarqueología (Binford 1980). Los *forager* se definen como los que llevan los consumidores hacia los recursos alimenticios, es decir hacia el área donde los mismos se presentan; mientras que los *collector* se movilizan residencialmente hacia emplazamientos claves no necesariamente definidos por la presencia de alimento (ej. áreas de disponibilidad de agua o madera) (Kelly 1995). Binford (1980) sugiere, en general, que el patrón *forager* poseen una alta movilidad residencial, invirtiendo poco esfuerzo en movimientos logísticos, mientras que los *collectors* realizan pocos movimientos residenciales y frecuentes (y usualmente largas) partidas logísticas.

Según Kelly (1995) la diferencia en la frecuencia de movimientos se relaciona a la densidad de alimento en los respectivos ambientes. En este sentido, donde los recursos están homogéneamente

distribuidos y donde el alimento está mas o menos disponible a lo largo de todo el año, es más probable un patrón forager; mientras que en las condiciones opuestas debería esperarse un patrón collector (Kelly 1995). Al respecto, donde los recursos muestran una distribución en parches o mosaico la mayor eficiencia predadora se obtiene mediante la agregación en áreas centrales y enviando partidas logísticas (Kelly 1995). Sugiere también que la frecuencia de los movimientos residenciales decrece a medida que los parches productivos de recursos se vuelven más dispersos, mientras que la extensión de los movimientos logísticos aumenta.

En este sentido, de los estudios realizados por Binford (1980) surge que en desiertos templados la movilidad está estacionalmente condicionada, especialmente porque la distribución del agua condiciona los movimientos de los cazadores recolectores. Kelly (1995) coincide con Binford planteando que muchos cazadores recolectores de áreas desérticas eligen permanecer en un lugar con presencia efectiva de agua a pesar de que su tasa de retorno alimenticia disminuya, dada la incierta disponibilidad de otras fuentes de agua. Los mismos permanecerán en dicha fuente de agua hasta que la misma se agote o se vuelva incierta.

Ahora bien, ¿cuáles pueden ser las consecuencias de una menor movilidad residencial? Veamos el siguiente apartado.

2.5.3. Reducción de movilidad y agregación: C-R Simples y Complejos o Igualitarios y no-igualitarios

Algunos enfoques, como la ecología evolutiva, consideran a la necesidad de minimizar el riesgo ambiental - derivado de características particulares de los recursos de subsistencia y de otros factores como los climáticos - como elemento primordial en el surgimiento de la complejidad en cazadores-recolectores (Guráieb 2001).

Bajo la premisa de que el ambiente es el condicionante mayor, el resto de los elementos que definen a los cazadores recolectores complejos constituiría el rango de respuestas culturales que cumplen con el objetivo de minimizar el riesgo ambiental y social derivados. Como establecen Mc Donald y Frenton (1985, en Guráieb 2001) las fluctuaciones ambientales y consecuentemente de la estructura de recursos de subsistencia, generarían la necesidad de cambiar de estrategias, aunque la dirección de este cambio estaría dada por el estado organizativo del sistema, así como por su historia.

Como causa necesaria de la complejización se ha mencionado una reducción significativa de la movilidad, por lo que se asocia la complejidad social creciente con grandes agregaciones semipermanentes o poblaciones totalmente asentadas (Guráieb 2001).

Así como la movilidad define a los grupos cazadores recolectores en general, la reducción intensa de la movilidad caracteriza al proceso de complejización. La forma y el *tempo* de esta característica de la organización de los cazadores-recolectores puede ser altamente variable, condicionada tanto por factores ambientales como sociales (Guráieb 2001). Dentro de esta variabilidad, un patrón que comparte la mayoría de estos grupos es el de ciclos de agregación y dispersión.

Se entiende por agregación a la reunión de diferentes grupos locales en un lugar específico, al margen de las causas que lo promuevan (Aschero et al. 1999). Desde un punto de vista ecológico, agregarse y dispersarse constituye una opción más en el rango de decisiones relacionadas con la organización social, seleccionada como un modo de afrontar el riesgo ambiental o social (Kelly 1995).

En este sentido, en ambientes con una estacionalidad marcada y/o con una variación altitudinal importante en el paisaje es posible que los cazadores-recolectores adecuen su movilidad a ciclos estacionales de agregación y dispersión (Guráieb 2001). Así, en sistemas áridos los límites estacionales de disponibilidad de agua pueden favorecer una conducta de agregación, como una de las estrategias organizativas de cazadores-recolectores seleccionadas para minimizar el riesgo ambiental o social (Lee 1979).

Kelly (1995) plantea que el sedentarismo es el resultado de la interrelación entre la distribución de alimento a través del paisaje y la densidad poblacional, siendo variable la velocidad del desarrollo de un proceso de este tipo según las características del ambiente y de los costos de la movilidad residencial. Se sugiere que cuando los recursos están localizados y el movimiento en el espacio es dificultoso, como en ambientes en mosaico (parches), la velocidad en la reducción de la movilidad debería ser más rápida que en ambientes homogéneos.

Finalmente, sabemos que la densidad poblacional exacerba la reducción de la movilidad residencial por el incremento en la competencia por el espacio y por los costos de movilización (Kelly 1995). Según Kosse (1994), la competencia puede ocurrir en ausencia de presión poblacional sobre los recursos. En este sentido, sugiere que para que la competencia esté presente solo debe darse la condición de recursos distribuidos heterogéneamente, ya sean estos recursos naturales, recursos modificados o generados antrópicamente, trabajo, parejas o seguidores (Kosse 1994).

2.6. Resumiendo

Luego de revisar múltiples aspectos concernientes al ambiente, los recursos, las respuesta humanas y las estrategias cazadoras recolectoras en los apartados antecedentes, consideramos que es posible responder la pregunta que nos hemos formulado al comienzo de este capítulo.

Nos interesa abordar el estudio de paleoambientes locales porque nos permite avanzar sobre diversas cuestiones. En primer lugar, nos ayuda a comprender y precisar el impacto de cambios ambientales de escalas más amplias (i.e. macro y mega) en escalas más pequeñas (i.e. meso), permitiéndonos avanzar y colaborar con la construcción de modelos paleoambientales y paleoclimáticos que sean más completos y útiles para abordar preguntas arqueológicas particulares. En segundo lugar, nos permite generar modelos más precisos sobre la estructura de recursos en áreas heterogéneas como la Puna.

Finalmente, y una vez que contamos con esta visión compleja sobre la estructura de recursos, nos permite construir modelos o generar expectativas arqueológicas particulares, que den cuenta de las posibles estrategias humanas implementadas en el pasado en el área estudiada. Así, compartimos con Muscio (2000) que un enfoque en las investigaciones futuras debía ser realizar estudios de variaciones bióticas y alteraciones ecológicas con fluctuaciones en la disponibilidad de los recursos en una escala local; esta tesis intenta dar los primeros pasos en esta dirección.

Capítulo

3

La Puna en la actualidad: Heterogénea, variable e impredecible

3.1. Aspectos Generales de la Puna

Dado el fuerte contenido paleoambiental de la presente tesis, y con la intención de precisar nuestras futuras interpretaciones, resulta pertinente establecer nuestra manera de entender el heterogéneo paisaje de la puna.

En nuestro caso, definimos a la Puna como la región ubicada entre los 22° y 27° de latitud Sur, que ha sido considerada de manera corriente como un *bioma*¹ de desierto de altura, ubicado por encima de los 3000 msnm (Muscio 1998), y surcado por numerosos cordones montañosos, en sentido NE-SO (Olivera 1991). Siendo la aridez su carácter distintivo, presenta en general una baja productividad primaria y una alta variabilidad interanual no predecible cuyas características más relevantes para este trabajo presentaremos en este capítulo.

Tanto el área de Susques, Jujuy (i.e. Q. Lapao Grande, Q. Lapao Chico y Vega Demetria) como San Antonio de los Cobres, Salta (i.e. Perfil Norte - Ramadas), analizadas en este trabajo, pertenecen a la gradiente ambiental de la Puna de Atacama (Muscio 1998). En esta escala regional, el balance de la radiación solar y el balance de agua son las variables mejor correlacionadas con la variación de las comunidades vegetales, y en consecuencia de la estructura total de la biodiversidad del *bioma* (Muscio 1998). En la escala local, existe una determinada heterogeneidad de procesos, debido a la incorporación de distintas propiedades ambientales, siendo los más significativos los edáficos

¹ Por *bioma* se entiende una comunidad animal y vegetal ocupando un área climáticamente uniforme en una escala continental (Huggett 1991).

(Huggett 1991). Una de las propiedades a las que se hace referencia es la altitud, dado que suelen manifestar diferencias marcadas en relación con las áreas bajas de las mismas características latitudinales en cuanto a suelos y vegetación (Huggett 1995). Estos procesos, dan como resultado una estructuración del paisaje en forma de mosaico (Yacobacio 1994), con una productividad primaria marcadamente diferencial entre zonas relativamente cercanas. Las áreas de mayor productividad en relación a sus colindantes fueron denominadas por Yacobaccio (1994) como ZCN (Zonas de Concentración de Nutrientes), en función de la energía y biodiversidad disponible en relación con la media regional.

A su vez, tanto Susques como San Antonio de los Cobres se ubican en un área transicional entre la Puna Seca y Puna Salada, denominada Puna Desértica. Estas tres áreas presentan características particulares y una oferta energética diferencial. Dichas características están regidas en gran medida por el balance entre la radiación solar y el agua disponible, siendo las variaciones en buena medida generadas por procesos de escala local, regulando la oferta energética a lo largo del paisaje (Muscio 1998). En particular, la Puna Desértica comparte las características generales del ambiente puneño (gran amplitud térmica diaria, alta evapotranspiración y estacionalidad bien marcada) pero no posee extensiones de gramíneas tan grandes como la Puna Seca y los sectores con pastos no están tan restringidos geográficamente como en el ámbito de la Puna Salada. Como la disponibilidad de agua en la Puna Desértica es discontinua, tanto espacial como temporalmente, se conforma un ambiente duro, inestable y altamente incierto (Yacobaccio et al. 2000).

3.1.1. Hidrografía

El poco desarrollo de la red hidrográfica de la Puna se explica por la presencia de los cordones montañosos a ambos lados de la misma, que impiden la llegada de la humedad tanto del Atlántico como del Pacífico. Por lo tanto, cabe decirse que la existencia de una extensión tan amplia como la Puna surcada exclusivamente por cursos de agua endorreicos está principalmente producida por sus características orográficas y sus efectos sobre el clima. Dado el reducido aporte meteórico, el desarrollo de la red hidrográfica de la Puna no ha alcanzado una gran importancia y más bien sería simplemente raquítica (Würschmidt 1975). Exceptuando algunos pequeños ríos, (i.e. Pastos Chicos y San Juan Mayo en Jujuy; San Antonio de los Cobres en la localidad homónima, Salta; y Punilla en Antofagasta de la Sierra, Catamarca) no hay cursos permanentes de agua sobre toda la extensión de la Puna Argentina. El régimen hidrológico es torrencial (coincidiendo con la temporada de precipitaciones), escurriendo rápidamente e infiltrándose. Cuando las precipitaciones alcanzan el volumen suficiente, llegan hasta los fondos de las cuencas donde se evaporan totalmente formando los clásicos depósitos salinos del área (Würschmidt 1975).

Además de las crecidas estacionales se producen importantes crecidas diarias debidas a los procesos de congelamiento y fusión de las aguas en las altitudes donde las mismas constituyen cauces permanentes (Würshmidt 1975).

Por otro lado, numerosas cubetas lacustres se generaron durante el levantamiento orogénico y las glaciaciones durante el Postglacial, formando grandes lagos que quedaron aislados en cuencas endorreicas o arreicas y al desecarse conformaron en algunos casos los actuales y característicos depósitos de sales de la puna. En la actualidad existen una serie de lagunas activas, siendo L. Pozuelos, L. Vilama y su grupo (Pululos, Catal y Arenal del área de Alto Pululos) y la de Guayatayoc, las más importantes del área de nuestro interés.

3.1.2. Humedad, vegetación y distribución de nutrientes

Sabemos que las cuatro fuentes principales de humedad en un ambiente árido son las lluvias, aguas subterráneas, el rocío y la neblina, las cuales varían de desierto a desierto, siendo la más importante la lluvia en ambientes con precipitaciones menores a los 600 mm (Bullar 1997). Dada la importancia que la humedad posee para el desarrollo vegetal en ambientes desérticos y su correlativo impacto en las cadenas tróficas, es que en este apartado presentamos su relación con la vegetación y la distribución de nutrientes.

Según Bullard (1997) existe una relación positiva entre precipitaciones y productividad primaria, aunque esto se orienta principalmente hacia la productividad de pastos o herbáceas más que a la biomasa de arbustos y árboles los cuales son menos dependientes de las lluvias como fuentes de humedad. La densidad y composición actual de la vegetación de un área desértica, no solo depende de la cantidad de precipitaciones sino también de su ritmo y frecuencia. Las fluctuaciones en las lluvias permiten rápidas expansiones de vegetación en los pulsos húmedos y una reducción en la cobertura vegetal ante los momentos de reducción de aporte pluvial (Bullard 1997).

Por otra parte, consideramos que la variación de las comunidades vegetales y de la biodiversidad en general es la que constituye el factor crítico y limitante de la productividad de estos ecosistemas. Olivera (1997) plantea que una de las características de este ambiente radica en la irregular distribución de nutrientes que suelen concentrarse en sectores hídricos estables como fondos de quebradas altas y cuencas endorreicas. En relación con la vegetación del área en particular, Cabrera (1976) caracteriza a la Provincia Puneña por la presencia de vegetación xerofítica con tres tipos de formaciones vegetales: las vegas, los tolares y los pajonales. Las primeras están compuestas por pastos tiernos entre los que predominan las especies rizomatosas (*Hypsella oligophylla*; *Werneria pygmaea*); en cuanto a los tolares, usualmente localizados entre los 3.600 y los 4.200 msnm, conforman estepas arbustivas de tola (*Parastrephia lepidophylla*), tolilla o checal (*Fabiana densa*)

y variedades de poaceas como *Festuca ortophylla*. Finalmente, los pajonales ubicados entre los 4.200 y 5.000 msnm aprox. son una estepa gramínea dominada por *Festuca ortophylla*, *Festuca chrysophylla* (iros), *Poa gymnantha* y otros pastos cespitosos (Cabrera 1976).

De las tres formaciones antes caracterizadas, las vegas representan uno de los ambientes con la densidad más alta de productividad primaria en el ecosistema de la Puna y, consecuentemente, concentran las mayores ofertas energéticas del paisaje para la biomasa animal.

Fernández (1996) describe dichos ambientes como generalmente reducidos, cubiertos por un tapiz vegetal afelpado compacto y siempre verde, formado por plantas rizomatosas que solamente prosperan en terrenos con irrigación permanente. Resulta difícil pensar que dicha demanda de humedad provenga de manera exclusiva de las lluvias estivales características de la puna (usualmente chaparrones torrenciales estivales) que rara vez superan los 300 mm. Por esto la existencia de estas vegas suelen estar en estrecha relación con los ríos y arroyos de régimen endorreico de la Puna que mantienen su caudal durante los meses secos gracias a la licuación y rápida infiltración de las nieves caídas por encima de los 4600 msnm. Según Fernández (1996) se desconocen los detalles del sistema circulatorio seguido por las aguas tras su infiltración, pudiendo tanto incorporarse parcialmente a los caudales que escurren subterráneamente o formando masas detríticas cementadas por hielo, que componen reservas acuíferas que permiten mantener una oferta de humedad parcialmente constante durante todo el año, capaces de mantener los ecosistemas de vega.

3.1.3. Fauna silvestre de la Puna como recurso

Nuestra intención para este apartado no es realizar una enumeración extensiva de la fauna silvestre puneña, sino más bien citar aquella fauna silvestre que ha sido importante para los grupos humanos en el pasado como recurso, y realizar algunos comentarios sobre las especies de mayor representación en sitios arqueológicos.

Sabemos que diversas especies de bajo ranking han sido consumidas o utilizadas por los grupos humanos en el pasado, como lo evidencian muchos de los sitios citados en el capítulo 5 de este volumen. Entre ellos se encuentran aves (e.j. *Fulica spp.*, *Anas spp.*, entre otras), batracios y reptiles como los hallados en Inca Cueva 4, y roedores como *Ctenomys sp.*, *Phyllotis sp.*, *Abracomia sp.*, generalmente en bajas proporciones. Son pocas las especies de bajo ranking que aparecen representadas en proporciones significativas en los mismos. Entre ellas se observa la importante abundancia de vizcacha (*Lagidium sp.*) en algunos sitios, usualmente emplazados en los ambientes rocosos en que estos roedores suelen habitar conformando colonias que oscilan entre los 4 y los 75 individuos, estando las más grandes subdivididas en posibles grupos familiares de 2 a 5 animales

(Redford y Eisenberg 1992:350). Si bien la distribución poblacional de estos roedores es regular en estos ambientes rocosos, en una escala regional este recurso se presenta de manera irregular (Yacobaccio 1994).

Dentro de las especies silvestres de alto ranking en el área encontramos a artiodáctilos como los camélidos (*Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*) y cérvidos (*Hippocamelus antisensis*). Mientras que guanacos (*Lama guanicoe*) y vicuñas (*Vicugna vicugana*) suelen ser las especies más explotadas en el pasado, las tarucas (*Hippocamelus antisensis*) suelen presentarse de manera mucho menos frecuente. Quizás su menor frecuencia se deba a su baja densidad regional o por el área donde usualmente habita (ambientes de Pajonal de Altura) (Olivera 1997). Si bien los datos sobre la taruca en condiciones naturales son muy pocos, en condiciones de reserva forman grupos que varían estacionalmente (más pequeños en estación húmeda) y que tienen una media de 6.4 individuos con un rango entre 1 y 31 animales (Merkt 1987, en Yacobaccio 1994)

La vicuña es un mamífero herbívoro gregario que suele conformar grupos familiares de 7 a 9 miembros en promedio con una alta territorialidad, y extensos grupos de solteros de hasta 200 individuos (Arzamendia y Vilá 2003, MS), que ha desarrollado una estrategia-r de población para compensar la alta mortalidad producida por los frecuentes extremos climáticos (Yacobaccio 1994). En este sentido estas poblaciones están controladas por sus ambientes físicos, ya que su estructura es una consecuencia de la variabilidad ambiental (Pianka 1982:233). Si bien suelen ser altamente dependientes de un recurso crítico en la Puna como el agua, suelen alternar las unidades vegetacionales en las que se alimentan estacionalmente (Arzamendia 2003). Estas unidades suelen ser bastante variadas, prefiriendo usualmente estepas gramíneas y en menor medida las arbustivas (Arzamendia y Vila MS). Estas características nos inducen a coincidir con Olivera (1997) en que las vicuñas parecen presentarse como un recurso de buena predicibilidad en condiciones ambientales y biológicas normales, si bien como argumenta Yacobaccio (1994) las poblaciones suelen sufrir variaciones espaciales y temporales en el corto plazo lo cual nos debe alertar acerca de su posible inestabilidad.

Es poco lo que se conoce sobre la conducta del guanaco andino dado que los estudios realizados a este respecto han sido hechos sobre poblaciones patagónicas (e.j. Cajal 1983). Para las poblaciones patagónicas de este animal se han sugerido variaciones temporales, espaciales y aún estacionales en su densidad. Según Yacobaccio (1994), a pesar de que vicuñas y guanacos patagónicos poseen estructuras poblacionales similares presentan grandes diferencias en los comportamientos territoriales, en su movilidad y en la flexibilidad de los grupos sociales. Ahora bien, dado que consideramos que la estructura ambiental puede condicionar ciertos aspectos de la conducta de las

poblaciones animales, no podemos asumir para los guanacos nortefios una conducta y/o distribución similar a sus congéneres patagónicos, ni tampoco al de las vicuñas.

3.2. Clima y lluvias en la Puna Desértica

Como hemos dicho anteriormente, las áreas de Susques y San Antonio de los Cobres se encuentran en la faja transicional entre Puna Seca y Puna Salada, es decir la subregión denominada Puna Desértica. Ahora que tenemos una caracterización general de la puna, se hace necesario presentar las características que le son propias a nuestra área de estudio en particular

El clima en la actualidad es frío y seco, con una marcada estacionalidad y lluvias estivales pobres (diciembre a marzo) que fluctúan entre los 50 y 200 mm. La temperatura media ronda los 7,5 °C en un rango entre los 2 °C y los 11 °C con heladas presentes durante todo el año y una marcada amplitud térmica (Buitrago y Larrán 1994).

Como parámetro general, la media de precipitaciones presentadas por Yacobaccio (1994) son: a) en la zona de altas cumbres (4100-4500 msnm) ronda los 350 mm, en forma de nieve/granizo; b) en las llanuras (3500/4000 msnm), 300mm en forma de lluvia/granizo; y c) en las quebradas de acceso (3000 msnm aprox.) 110-200 mm en esa última forma. Al tratarse de un ambiente desértico, las mismas sufren frecuentes fluctuaciones de corto plazo, alternándose sequías -que tienden a agruparse hasta un máximo de 10 años seguidos- con años que llueva por encima de la media regional y no conforman patrones continuos (Yacobaccio 1994). Esto hace que la disponibilidad de agua sea variable y fluctuante tanto temporal como espacialmente. A modo de ejemplo reproducimos aquí los datos sobre el régimen pluvial y temperaturas de la estación La Quiaca (tomado de Tecchi 1991), que si bien dista de nuestra área de estudio constituye el registro más completo para la región en altitudes comparables:

LA QUIACA 3460 msnm		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Media	°C	12,4	12,5	12,2	10,9	6,8	3,6	3,5	5,9	9,2	11,5	12,4	13,2
Temperatura Máx. Media	°C	21	21,3	21,4	20,6	17,9	15,9	15,7	17,6	20,2	22	22,7	22,4
Temperatura Mín. Media	°C	5,4	5,5	4,4	0,5	-5,2	-8,5	-8,7	-6,4	-2,8	0,2	3,2	5,1
Precipitaciones Media	mm.	85	70	45	6	1	1	0	1	3	9	28	64
Precipitaciones Máxima	mm.	226	157	125	56	14	28	6	16	28	51	94	138
Precipitaciones Mínima	mm.	9	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Frecuencia de Heladas	día	0	0	0	12	29	30	26	29	18	6	2	0

Tabla 3.1. Características climáticas de la Estación La Quiaca, ubicada a 30 km del NE de la cuenca (Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Serie 70 años.), tomadas de Tecchi (1991).

3.3. Quebrada de Lapao y Ramadas: las dos localidades analizadas

Lapao es una quebrada de 5km de extensión orientada desde el NE al SO a 3650 msnm (Ver Figura 3.1.), originada por una fractura en ignimbritas y rocas tobáceas del Mioceno Superior (formación Zapaleri) que descansan sobre un manto de arcilitas rojizas, también aflorantes, del Mioceno Inferior (formación Log Log) (Nullo 1988, MS) en el departamento de Susques, provincia de Jujuy. Su fondo está conformado por taludes laterales de derrubios de los farallones ignimbríticos y por sedimentos cuaternarios erosionados periódicamente por un curso fluvial estacional que tributa a la cuenca del río Pastos Chicos – Las Burras. Sumado a este curso se encuentra en la margen derecha de la cabecera de la quebrada una surgente de aguas subsuperficiales que debe haber constituido un pequeño manantial que tributaba a este curso estacional. Hoy en día en el punto donde aflora la surgente se encuentra la toma de agua del pueblo de Susques, el cual está emplazado en la boca de esta quebrada, por lo que dicho manantial solo se hace evidente por un pequeño chorrillo que riega artificialmente una pequeña vega próxima (Vega Demetria 66° 21' 52,8'' O – 23° 22' 01'' S– 3652 msnm) de 0,41 hectáreas, escurriendo su excedente a lo largo del fondo de cuenca. Entre la vegetación observada en la cabecera se encuentra *Parastrephia spp.*, *Fabiana sp.*, *Nardophyllum sp.*, *Bacharis spp.*, *Adesmia sp.*, *Senecio spp.*, entre otras. En la citada vega se ha observado una importante proporción de *Distichlis sp.*

Ramadas es una localidad que se encuentra 11km al norte del pueblo de San Antonio de los Cobres en la provincia de Salta (Ver Figura 3.1.). El punto estudiado se encuentra emplazado en la margen izquierda de la extensa planicie aluvial del río homónimo. La cuenca del Río San Antonio de los Cobres constituye un importante valle fluvial con un curso de agua permanente de régimen mixto (hidrotermal, de la surgente de Pompeya, glaciar y pluvial de diferentes valles y quebradas)(Catalano, 1927), aunque de caudal estacionalmente variable, que desemboca en las Salinas Grandes. Particularmente el punto estudiado se encuentra en una cárcava de drenaje natural que forma un perfil natural de una terraza de sedimentos holocénicos emplazada topográficamente más baja que otras terrazas presuntamente cuaternarias aunque más antiguas. Si bien la vegetación no ha sido relevada sistemáticamente se ha observado la presencia de *Fabiana sp.*, *Parastrephia sp.* y *Adesmia sp.* entre otras. En las márgenes del río se encuentra una pequeña faja de pastos que conforman una pequeña vega a lo largo del cauce.

3.4. Resumiendo...

Las características ambientales generales de la Puna pueden resumirse como propias de un ambiente desértico con intensa radiación solar debida a la altitud; gran amplitud térmica diurna/nocturna mayor a la estacional; marcada estacionalidad con precipitaciones estivales pobres; baja presión atmosférica; irregular distribución de nutrientes que suelen estar concentradas en sectores hídricos estables (fondos de cuencas y quebradas altas) (Olivera 1997) y vegas; y una pobre red hidrográfica endorreica caracterizada por pocos cursos superficiales permanentes, la presencia de salares y unas pocas lagunas con fuertes regímenes estacionales. En cuanto a los recursos móviles, si bien puede aceptarse cierto grado de predicibilidad debido a su territorialidad y a la desigual distribución de productividad primaria y recursos críticos como el agua, en su mayoría suelen estar sujetos a variaciones temporales, espaciales y aún estacionales.

Teniendo estas características en mente podemos comenzar a revisar cual/es ha/n sido la/s historia/s climática/s que pudieron preceder la actual conformación y características de este ambiente, ese será el objetivo del próximo capítulo.

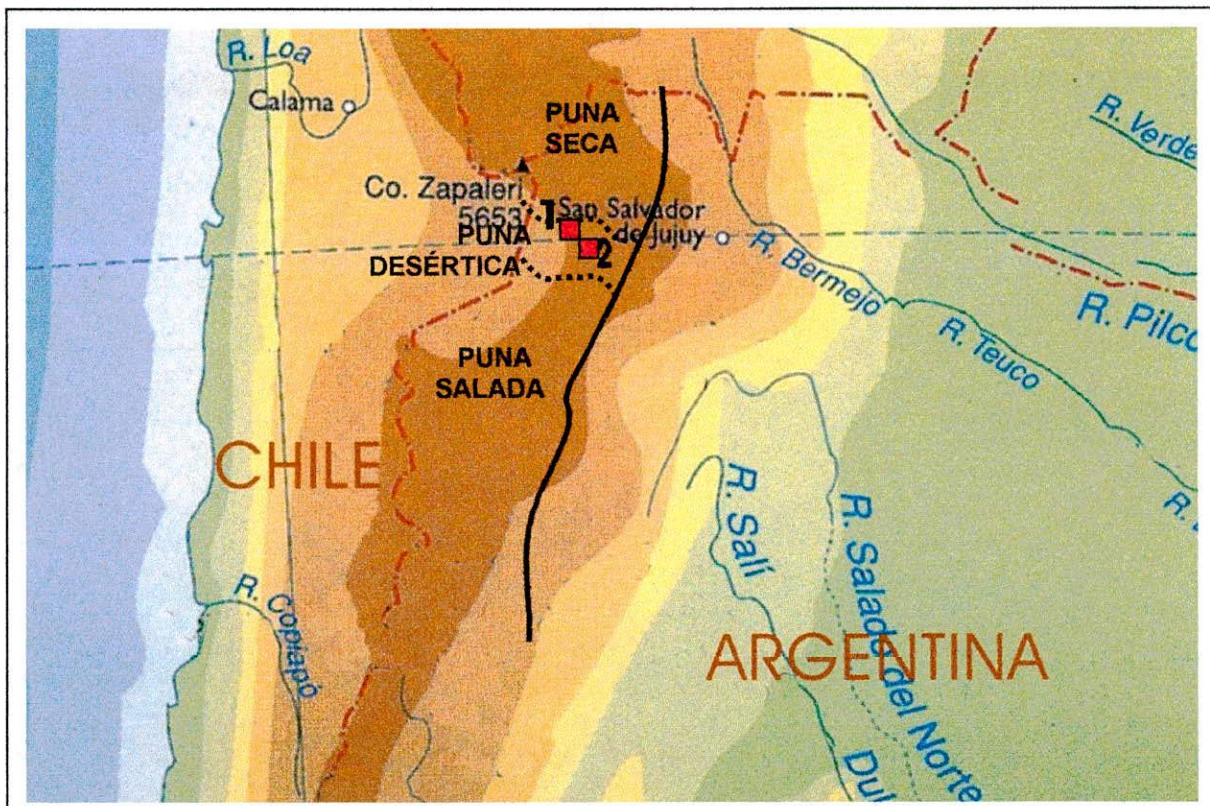


Figura 3.1. Emplazamiento de la Quebrada de Lapao, Susques, Jujuy (1) y de Ramadas, San Antonio de los Cobres, Salta (2) y división entre Puna Seca, Desértica y Salada.

Capítulo

4

Información paleoambiental previa: Patrones climáticos, condiciones ambientales y expectativas para el Holoceno Temprano y Medio

4.1. Generalidades

El presente capítulo revisa los datos paleoambientales preexistentes para nuestra área de estudio correspondientes al Holoceno Temprano y Medio, período que es objeto de esta tesis. Dichos datos provienen del análisis de diferentes *proxies* como el polen, la geomorfología, y núcleos de hielo entre otros, realizados por encima de los 3500 msnm en el Norte de Chile, Perú, Bolivia y el Noroeste Argentino. A estos datos se le suma la tendencia global paleoambiental para el citado período tomada de Clapperton (1993).

Pero antes de incursionar en la revisión de dichas condiciones, se hace necesario presentar algunos patrones climáticos que influyen en la conformación ambiental de nuestra área de estudio. Esto se realiza con una doble intención. Por un lado, buscamos ofrecer una visión holística de los fenómenos involucrados en la conformación de los diferentes ambientes de la región y comprender si existe un impacto diferencial de los mismos en algún tipo registro paleoambiental en particular. Por el otro, buscamos evaluar si alguno/s de estos patrones es/son los responsables de la heterogeneidad ambiental de escala local sugerida para el área de la Puna, y de ser así, modelizarlos.

4.2. Patrones climáticos relevantes para nuestra área de estudio.

4.2.1. El Niño Southern Oscillation (ENSO) y La Niña

El Niño es una corriente cálida que modera las bajas temperaturas de la superficie del océano que baña las costas pacíficas (Corriente de Humboldt). Cada algunos años la misma es más intensa de lo normal, penetra inusualmente más hacia el sur siendo excepcionalmente cálida y la acompañan lluvias torrenciales en la árida costa peruana. Estas condiciones surgen de cambios en la circulación oceánica en respuesta a cambios en los vientos superficiales que controlan los océanos. Particularmente, la causa de estos eventos se debe a fallas en los Monsoones. En este sentido, la Southern Oscillation puede ser atribuida a una interacción inestable océano-atmósfera modulada por los movimientos estacionales de las zonas de convergencia atmosférica (Philander 1989).

Estos eventos en la actualidad se asocian a desastres económicos y ecológicos que incluyen sequías devastadoras en el Pacífico Tropical Oeste, inundaciones torrenciales a lo largo del Pacífico Tropical Este, e inusuales patrones climáticos en varias partes del mundo (Philander 1989, Abbott et al. 1997). Para la antigüedad se ha sugerido una correlación entre la presencia/ausencia de ENSO, y el esplendor y caída de culturas sudamericanas en la Costa pacífica y en los Andes alternadamente (Thompson 1993, Sandweiss et al. 2001, entre otros).

El evento contrario a ENSO se denomina La Niña, caracterizándose por las usuales bajas temperaturas de la superficie oceánica del Pacífico Central y Este (Corriente de Humboldt), y por los fuertes vientos tropicales que soplan desde el SO hacia el Ecuador (*Southern Westerlies*).

4.2.1.1. Características e impactos de ENSO

Los eventos ENSO se caracterizan por altas temperaturas superficiales del océano, débiles vientos tropicales que soplan hacia el Ecuador desde el SO (*Southern Westerlies*), pequeñas diferencias de presión superficial del Pacífico Tropical (Philander 1989), y por una migración anual de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) sobre dos tercios de la superficie del área (Abbott et al. 1997). A modo de ejemplo, su impacto en el registro de núcleos de hielo se traduce en un incremento en la depositación de partículas, elevados valores de conductividad, valores de ^{18}O menos negativos y una reducción neta en la cantidad de acumulación de nieve, como lo evidencia el registro de Quelccaya (Sur de Perú), entre otros (Thompson 1993). En una escala regional, los actuales eventos ENSO producen un descenso en los niveles lacustres del altiplano de Bolivia y Chile, máximos niveles de lago en Tagua Tagua en Chile central y en el Lago el Junco en Galápagos (Villagran

1993). Ante la ausencia de ENSO (condiciones asimilables a La Niña) se producen formación de paleosuelos en el altiplano de Chile, niveles lacustres altos en Laguna Lejía en el norte de Chile, aumento del nivel de lago Titicaca y desecación de la laguna Tagua Tagua en Chile central (Villagrán 1993). **En el Altiplano en general, los eventos fuertes ENSO producen sequías** (Abbott et al. 1997, Thompson 1993). El balance de agua en esta región está influido por múltiples factores que incluyen los eventos ENSO, fluctuaciones en la ubicación estacional de la ZCIT, cambios en la fortaleza de la circulación estival de los monsoones, y cambios en los patrones de circulación atmosférica en general. Por ejemplo, cuando la ZCIT alcanza su posición más sureña, se produce un fuerte contraste estacional en las precipitaciones con más del 78% de las precipitaciones promedio anuales ubicadas en la estación estival húmeda (diciembre – marzo). En una escala global, ENSO es un período de alta presión en las cercanías de Darwin, baja presión en Tahití y altas precipitaciones en la isla Nauru (5°S 167°E), vientos débiles desde el SO hacia el Ecuador en el área de la *International Date Line*, y altas temperaturas de la superficie del mar en las Islas Cantón (3°S 171°O) (Philander 1989).

4.2.1.2. ENSO a través del tiempo

El análisis de moluscos de sitios arqueológicos de la costa norte y central de Perú entre los 5°S y los 20°S sugieren que los eventos ENSO entre 8.800 y 5.800 AP estaban ausentes o eran significativamente diferentes, con un incremento en su frecuencia entre 3.200 y 2.800 AP (Sandweiss et al. 2001). Los análisis litoestratigráficos y mineralógicos realizados por Riedinger y colaboradores (2002) del lago hipersalino del Cráter Bainbridge de las Islas Galápagos brindan un registro de la intensidad y frecuencia de los eventos ENSO de los últimos 6.100 años (ver Tabla 4.1). Estos datos sugieren que la actividad de ENSO en el Holoceno Medio era poco frecuente entre 6.100 y 4.000 AP aumentando la misma entre 4.000 y 3.000 AP, e incrementando su frecuencia e intensidad en los últimos 3.000 años. Estos mismos autores (Riedinger et al. 2002) sugieren que debe haber existido actividad de ENSO en función de los altos niveles de lagos entre el 8.000 y el 6.200 AP en el Holoceno Temprano en Galápagos.

Cronología	Eventos Intensos/ Muy Intensos	Eventos Moderados
1000 AP – Presente	36	5
2000 – 1000 AP	14	152
3000 – 2000 AP	30	29
4000 – 3000 AP	7	83
5000 – 4000 AP	9	4
6100 – 5000 AP	14	52

Tabla 4.1. Eventos ENSO en I. Galápagos tomado de Riedinger et al. (2002)

Villagrán (1993) sugiere que en Sudamérica entre el 8.000 y 7.000 AP se registran cambios análogos a los que se registran durante las ocurrencias de los actuales eventos ENSO, mientras que en el 6.000 AP se registran cambios de sentido opuesto, aunque los mismos provienen de la interpretación de condiciones particulares y no de un análisis directo de estos eventos. La misma autora (Villagrán 1993) cita resultados de estudios realizados por otros investigadores que han sido interpretados como efectos de ENSO, por ejemplo, que entre 5.000 y 4.000 AP se registran siete eventos inferidos de las variaciones en la dirección del transporte de arenas eólicas en la costa de Brasil central, y que antes del 4.000 AP parecen existir evidencias de numerosos períodos con condiciones análogas a eventos ENSO más largos e intensos que en la actualidad.

En general, todos los estudios sobre ENSO sugieren que los eventos de este fenómeno parecen haber adquirido la dinámica actual hace 3.000 años, resultado de por sí interesante, dado que resultan de variadas líneas de evidencia, por ejemplo: polen (Villagrán 1993), moluscos (Sandweiss et al. 2001), sedimentos (Reidinger et al. 2002), y niveles del Lago Titicaca (Abbott et al. 1997).

La evidencia sobre este fenómeno proveniente de regiones distantes parecen corresponderse con los resultados citados hasta aquí. Por ejemplo, los datos de la estratigrafía de partículas de carbón indican una intensificación de El Niño en el Holoceno Tardío en Sierra Nevada, California. Otro dato claro a este respecto proviene del registro palinológico y de carbones de Nueva Zelanda y Australia que muestran influencias de ENSO solo después del 5.800 AP y un desarrollo completo de este fenómeno después de 3.200 AP (Sandweiss et al. 2001).

4.2.2. Los “*Southern Westerlies*” o vientos Suroeste con dirección al ecuador

Este cinturón de circulación de vientos está relacionado a la presencia/ausencia de precipitaciones en varias áreas del continente sudamericano, y parecen estar vinculados al fenómeno ENSO y a la posición de la ZCIT. Los estudios geomorfológicos y pedológicos realizados por Veit (1996) en la región de Norte Chico en el Norte de Chile (27°-33°S) sugieren un incremento en la actividad, en esta faja latitudinal, de los *Southern Westerlies* en el período previo a 7.300 AP, entre 5.000-3.700 AP, entre 3.000 y 1.800 AP, y alrededor de 270 AP. Esta región se encuentra en el límite norte actual de este cinturón, extendiéndose hasta los 38°S (es decir que el cinturón se encuentra usualmente entre los 34° y los 38°S). En esta faja en la actualidad la influencia de estos vientos es permanente produciendo altas precipitaciones a lo largo de todo el año al oeste de los Andes y sequedad hacia el este. Al Norte de esta faja (por encima de los 34°S) se encuentra el Cinturón Subtropical de Alta Presión responsable en mayor medida de la aridez del Norte de Chile (Veit 1996). La penetración en áreas más al norte de los *Southern Westerlies* solo es posible cuando se

debilita el Centro Anticiclónico Pacífico del sudoeste y/o cuando el mismo se desplaza al norte (Veit 1996). Una de las razones principales de la estabilidad del Anticiclón del Pacífico Sur y de la sequedad de la región se debe a las frías temperaturas de la superficie del mar (Corriente de Humboldt).

En este sentido, los cambios en la posición meridional de los *Southern Westerlies* tienen una importancia central en la posibilidad del desarrollo de suelos y de procesos geomorfológicos al norte de los 34°S (Veit 1996). Para la zona andina de Chile se sugiere que el incremento de la influencia de estos vientos hoy en día es seguido de un aumento las precipitaciones invernales, y si bien en altitudes por encima de los 3.000 msnm dichas lluvias caen en forma de nieve, la intensidad de fusión de hielos durante la primavera genera impactos importantes en la actividad fluvial de origen glaciario, y para el desarrollo de sedimentación aluvial cualquiera que sea su régimen estacional de precipitaciones (invierno/verano) (Veit 1996). En los momentos con menos influencia de estos vientos deberían producirse momentos de estabilidad aluvial que permitieran el desarrollo de turberas en el área andina.

4.2.3. Modos de Circulación atmosférica y oceánica a lo largo del tiempo (desde el 18.000 AP).

4.2.3.1. Máximo Glacial

El modelo de circulación que se propone para el máximo glacial (*sensu* Villagrán 1993) sugiere una circulación oceánica caracterizada por un desplazamiento hacia el Ecuador y una contracción areal de aguas subpolares, gradientes térmicos agudizados en las regiones templadas, y un Ecuador Térmico (y posiblemente la *Intertropical Convective Zone* o Zona de Convergencia Intertropical) cerca o ligeramente al norte de sus posiciones modernas. Estos cambios sugieren intensificación de la circulación oceánica y probablemente atmosférica durante este período, con una intensificación y probable corrimiento al norte de los *Southern Westerlies*. Esto concuerda con las condiciones áridas y frías en Argentina a los 34° sur con vientos intensos más fuertes relacionados con anticiclones vigorosos en ambos océanos. Para la costa pacífica sudamericana se sugiere baja evaporación local, intensificación de la circulación de Hadley y un estrechamiento de la ZCIT.

Sus efectos en el altiplano derivan de la formación de frentes fríos de orientación SW – NE, desviándose luego hacia el norte hasta el Ecuador (intensificación de los *Southern Westerlies*). Dichos efectos se corresponden con depresión en las temperaturas y notables descensos en los escalones altitudinales de vegetación en los Andes del Norte.

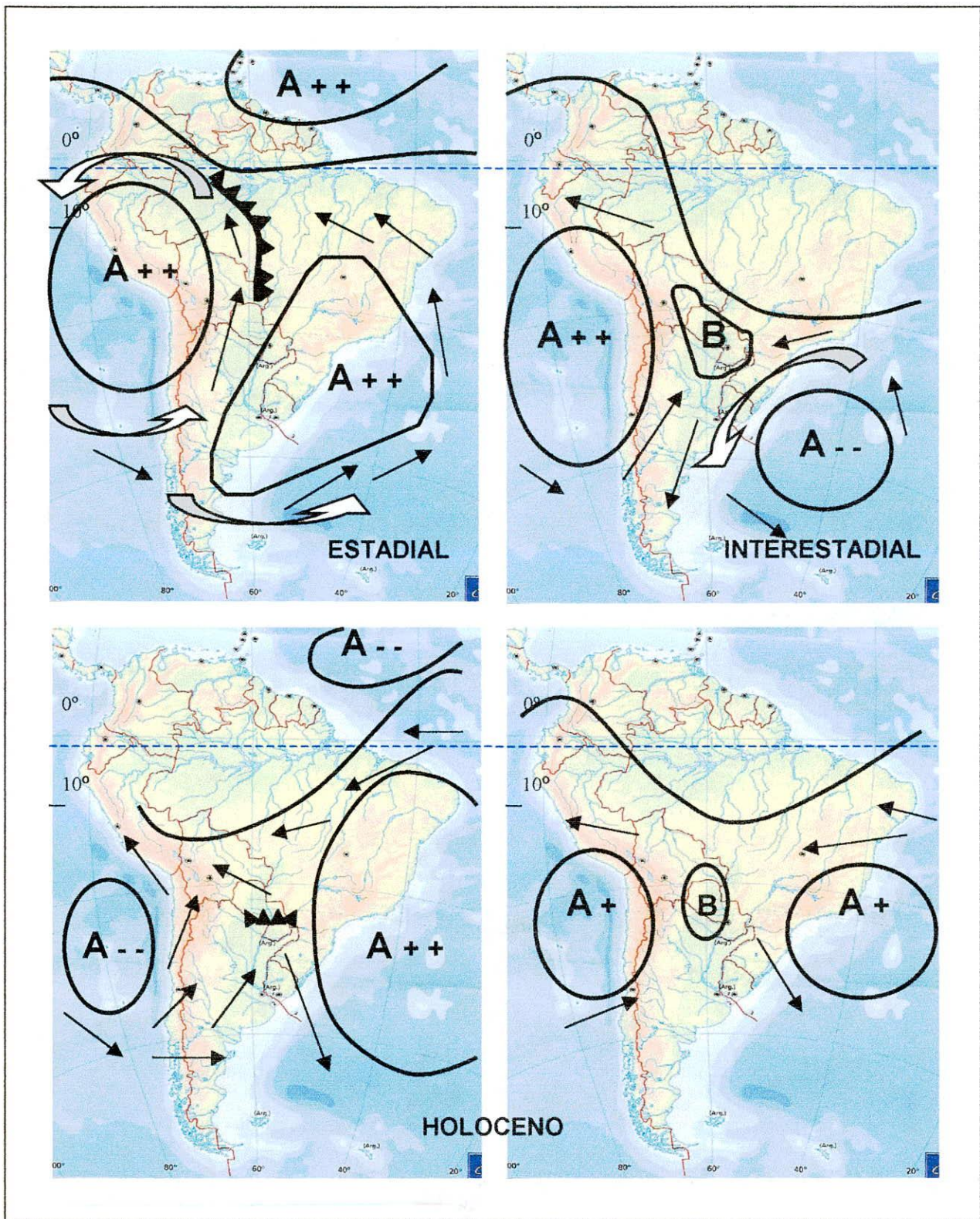


Figura 4.1. Modos de Circulación desde el Máximo Glacial Tardío. Tomado y modificado de Villagrán (1993).

4.2.3.2. Tardiglacial o Interestadial

El modo de circulación en el Tardiglacial o Interestadial entre el 18.000 y el 13.000 AP sugiere un debilitamiento del Anticiclón del Atlántico Sur, ubicándose el momento de máxima asimetría alrededor de los 13.000 años AP. Este debilitamiento del Anticiclón Atlántico implica una mayor actividad del sistema de monsoones en el este de Sudamérica que coincide con los cambios propuestos por Servant y colaboradores (1987) en el régimen de lluvias en el área a partir de evidencia geomorfológica y sedimentológica en Bolivia. Estas variaciones en el régimen de lluvias explicarían las oscilaciones de los niveles de paleolagos del Altiplano de Bolivia que alcanzaron sus máximos durante la Fase Tauca (13.000-11.500), y en fase con laguna Lejía en el Norte de Chile (Grosjean 1991). Todos los autores han atribuido estas fases lacustres altas a una intensificación de las lluvias NE. Asimismo explicaría la vegetación más húmeda del Altiplano registrada durante el Tardiglacial (Villagrán 1993).

4.2.3.3. Holoceno

Para el Holoceno Villagrán (1993) sugiere un proceso de reversión de la asimetría Pacífico-Atlántica, desde un estado de mayor vigor del Anticiclón del Pacífico (13.000 AP) hasta el estado inverso que culmina a los 7.500 AP. Esta reversión pareciera estar desfasada en ambos hemisferios en alrededor de 2.000 a 3.000 años, presentando el óptimo de temperaturas entre los 11.000 y 9.500 años, simultáneamente al enfriamiento del *Younger Dryas* del Hemisferio Norte, precediendo así en 3.000 al máximo del Hemisferio Norte. En el Pacífico Sur a partir del 11.000 y durante el Holoceno Temprano a Medio se produce un paulatino descenso de la presión atmosférica en el Anticiclón del Pacífico Sur. Un desplazamiento hacia el Ecuador de la vanguardia atlántica de la ITCZ asociado al aumento de las temperaturas oceánicas parecen haber robustecido el Anticiclón del Atlántico Sur durante el Holoceno Temprano a Medio.

En síntesis, durante el Holoceno Temprano a Medio (8.000-4.000 AP) se darían las condiciones de máxima inestabilidad oceánica y atmosférica con alternancias entre fases húmedas y secas compatibles a los actuales eventos ENSO.

4.2.3.4. Resumen de los patrones climáticos antecedentes

El presente apartado intenta resumir la información fundamental presentada en los apartados anteriores. Los datos se presentan en forma de tabla intentando de esta manera observar las relaciones presentes en cada uno de ellos. De estos datos se estiman las condiciones teóricas de humedad y temperatura, con el fin de ser comparados con los datos obtenidos en diferentes localidades de la Puna. También se estima la posibilidad teórica de desarrollo de suelos en función de los Southern Westerlies y de la sequedad por presencia de ENSO. Otra variable que se intenta inferir es el régimen de lluvias invernales que generan la recarga y consecuente aumento de la actividad de cuencas con aporte glaciario derivado de la presencia de los Southern Westerlies, y de las estivales en función de las características del Centro Anticiclónico Atlántico.

	MGT 18.000 AP	Interestadial 18000-13000AP	Hol. Temprano 10000-8000 AP	Hol. Medio 8000-4000 AP	Hol. Tardío 4000-actualidad
ENSO (Riedinger et al. 2002, Villagrán 1993)	¿?	¿?	Posiblemente Presente	Menos Frecuente desde 7000 AP	Frecuencia Actual desde 3000 AP
SW al N de su actual posición (Veit 1996)	Posiblemente Presente	¿?	Presente	Presente desde 5000 AP	Presente entre 3000-1800 AP
CAPacífico inferido de SW (a partir de Veit 1996)	Al Norte o Débil	¿?	Al Norte o Débil	Al Norte o Débil desde 5000 AP	Al Norte o Débil entre 3000-1800
CAPacífico (Villagrán 1993)	Vigoroso Equilibrado	Vigoroso	Débil hasta 7500 AP	Inestable	Equilibrado
CAAtlántico (Villagrán 1993)	Vigoroso Equilibrado	Débil	Vigoroso hasta 7500 AP	Inestable	Equilibrado
Ecuador Térmico (Villagrán 1993)	Al Norte del Actual	Al Sur hacia el Atlántico (10-15 Lat. S)	Al Sur hacia el Pacífico (5-10 Lat. S)	Inestable	Actual entre 0 y 10 Lat. Sur.
Estacionalidad de lluvias	Poco marcada	Estival	Poco marcada	¿Estival hasta 5.000, después poco marcada?	Poco marcada entre 3000- 1800, luego estival
Condic. para el des. de Suelos.	Sí	¿?	Sí	Sí desde 5000 a 4000 AP	Sí hasta 1800 AP
Temp. Inferida para Andes	Frío	Más Frío que Actual menos que LGM	De más Frío a más Cálido que Actual	Más Cálido a Cálido	Cálido
Hum. Inferida para Andes	Seco	Más Húmedo por lluvias NE	Más Seco que Interestadial	¿Más húmedo desde 7000 AP hasta 6000 AP ?	Seco desde 3000 AP

Tabla 4.2. Modelo de Temperatura, Humedad, Estacionalidad de Lluvias y Condiciones para el desarrollo de suelos derivado del resumen de las condiciones sobre ENSO, S.Westerlies, CAP, CAA y posición del Ecuador Térmico tomados de diferentes autores.

4.3. Condiciones paleoambientales desde los datos brindados por diferentes proxies

Los resultados fueron divididos en tres grupos y se le adicionaron algunos datos aislados relevantes, finalmente para hacerlos más comprensibles y manejables se han resumido gráficamente (Gráfico 4.1). En este sentido, en primer lugar se cita la tendencia global de Clapperton (1993), y en segundo, los resultados de Núcleos de Hielo del glaciar Huscarán en Perú. A partir de ahí hemos dividido la información en tres grupos correspondientes al país de procedencia: el **primer grupo** presenta los datos provenientes de Argentina; el **segundo grupo** lo componen los datos provenientes de Bolivia; y, el **tercer grupo**, los datos del Norte de Chile.

Como sabemos, la información ambiental posee diferente resolución espacial según el proxy del que provengan los datos, por esta razón es necesario aclarar la escala de los resultados que se citan en este apartado. En general, los resultados de la información aquí presentada (salvo Clapperton 1993) se consideran en una mesoescala espacial, pero debemos explicar por qué. El polen suele ser considerado de escala regional (Dincauze 1987, 2000), aunque es posible que ciertas características de los puntos muestreados puedan reducir la escala (ej. “*pack rat middens*”) o deteriorar la calidad de la información (ej. trampas de polen). Dado que en la bibliografía no aparecen referencias explícitas sobre esto se asume que la información corresponde a una escala regional. Para el caso del Núcleo de Hielo, si bien los parámetros que son medidos en ellos generan información en diferente escala, en conjunto suelen asumirse como estimaciones regionales (Alley 2000). En el caso de que alguno de los parámetros medidos sea tomado de manera aislada se aclarará la escala correspondiente. La restante información paleoambiental deriva de los niveles de lagos/lagunas de altura. Si bien los *proxies* utilizados pueden generar información en diferentes escalas según sea el caso, las características de las cuencas analizadas definen la escala de la información paleoambiental obtenida. En este sentido, las cuencas aquí estudiadas si bien son cuencas endorreicas sensibles a cambios ambientales sutiles, por sus características y extensión promedian las condiciones ambientales de la región, por lo que se asume que presentan información de mesoescala.

La segunda cuestión a la que nos referimos es de lo que tratará el primer apartado de esta sección, un resumen de las condiciones paleoambientales previas al Holoceno. Esta reseña se realiza con el fin de comprender de manera más completa la evolución de las condiciones del Holoceno y como medio para evaluar la relación de las condiciones presentes en momentos previos con los patrones climáticos ya reseñados.

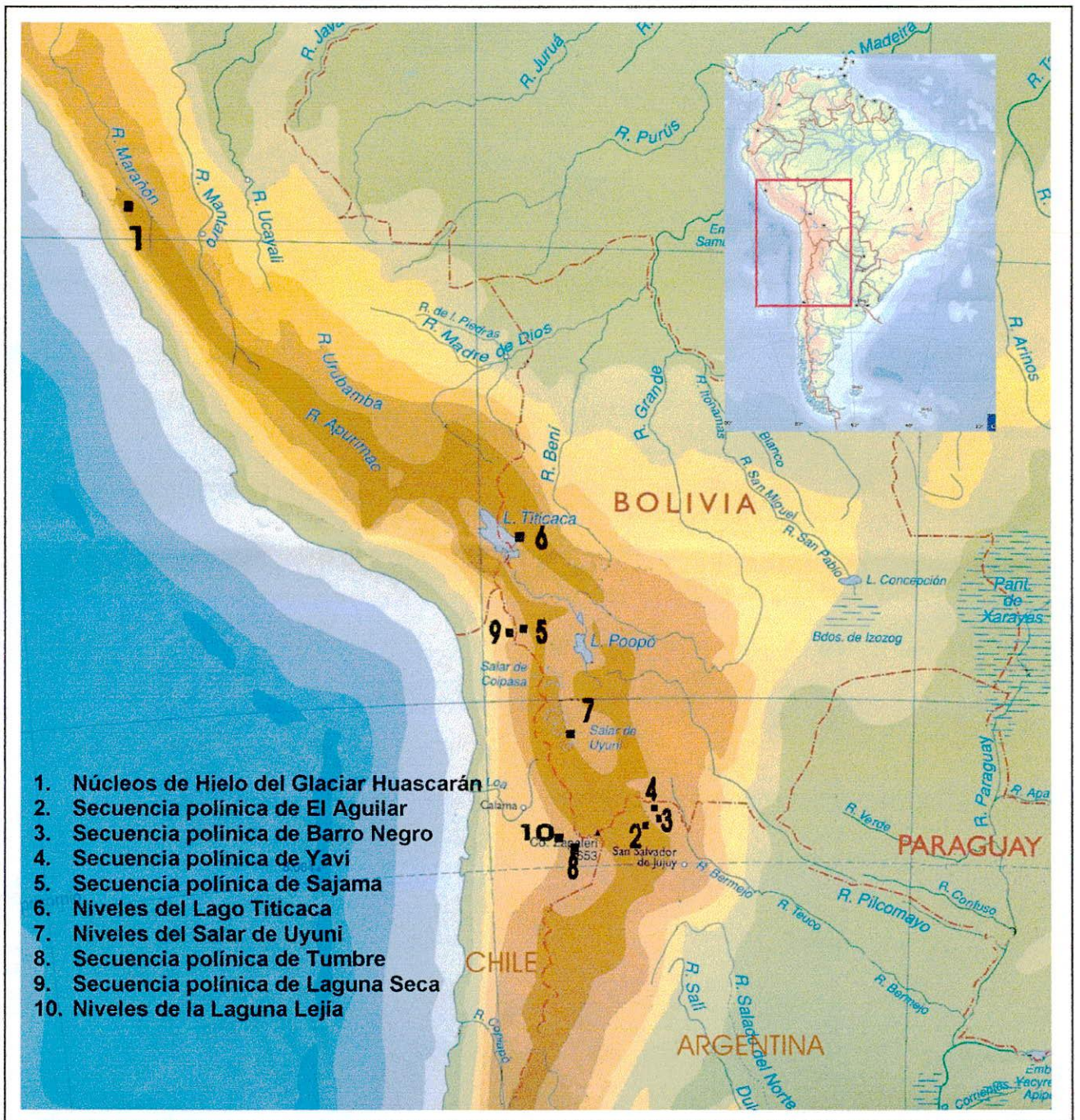
4.3.1. Tendencias climáticas y paleoambientales desde el 21.000 AP. hasta el comienzo del Holoceno.

La secuencia que tradicionalmente se utiliza para interpretar las condiciones paleoambientales del Altiplano corresponde a la información provista por la gran cuenca que constituyen los lagos Titicaca, Coipasa, Poopó y Uyuni (Ver Mapa 4.1.). Se ha sugerido que la cuenca de Coipasa presentaba condiciones húmedas entre el 21.000 AP y el 17.500 AP, mientras que el Lago Titicaca muestra niveles de lago menores durante este período. En un primer momento se pensó que el bajo nivel del Lago Titicaca se debía a una disminución del régimen estival de lluvias del NE, mientras que los altos niveles de Coipasa podrían explicarse por la incorporación de aguas de origen glaciar (Sylvestre 2002). Según Sylvestre (2002) esta aparente contradicción parece deberse a que en realidad, dada la presencia de diatomeas planctónicas de agua dulce, el Lago Titicaca rebalsó inundando la cuenca de Coipasa bajo normales condiciones de precipitaciones del NE, sin desestimar el posible aporte de licuación glaciar o la menor evaporación favorecida por las bajas temperaturas. Para el Máximo Glacial Tardío parece haber condiciones generalizadas de sequedad en Sudamérica, incluida la cuenca del Titicaca, y según lo sugerido por estudios recientes un incremento de las precipitaciones invernales debido a una posición más al norte de los *Southern Westerlies*. Según Bradbury y colaboradores (2001), hacia el 13.200 AP se registra un nivel alto denominado Fase Tauca III con una drástica caída de la misma hacia el 9.600 AP.

4.3.2. Detalle de la Información Paleoambiental sobre el Holoceno

4.3.2.1. Tendencias climáticas para el Holoceno Temprano y Medio según Clapperton (1993).

En términos de este autor y en una escala global, parece existir una fase de enfriamiento en el Holoceno temprano (10.000 al 8.000 AP), seguida por un registro que implica las condiciones más cálidas del Holoceno durante el lapso comprendido entre 8.000 y el 6.000 AP, el llamado Altitermal o Hypsitermal. Las condiciones ambientales durante este período parecen ser más cálidas y secas que en el presente en la mayoría de las áreas, resultando más áridos los ambientes semiáridos, regenerando estructuras eólicas para zonas como las Pampas y menores niveles de lagos en el Altiplano (Clapperton 1993), si bien coincide con Markgraf (1992) en que la calidez del Altitermal parece haber sido un fenómeno global, han sido observados contrastes a escala regional en sus efectos en Sudamérica.



Mapa 4.1. Ubicación de los puntos reseñados como estudios paleoambientales preexistentes

4.3.2.2. Núcleos de Hielo del Glaciar Huscarán en Perú (Thompson et al. 1995).

No todos los datos generados por núcleos de hielo poseen la misma resolución espacial. En general suelen mostrar la sincronía de cambios climáticos en regiones amplias (para más datos ver Alley 2000). Los estudios de este glaciar evidencian un paulatino crecimiento de las temperaturas y de la humedad desde el 10.000 hasta el 7.000 AP, mientras que las condiciones más cálidas del Holoceno se presentan desde el 8.400 hasta el 5.200 AP, con el pico máximo de temperaturas para el período entre el 6.500 y el 5.200 AP.

4.3.2.3. Primer Grupo (Argentina).

A) Secuencias polínicas del Aguilar y Barro Negro, Jujuy, (Markgraf 1985) 4000 msnm

Entre el 10.000 y los 7.500 AP, un movimiento ascendente de las comunidades vegetales Altoandinas y Puneñas bajo condiciones más húmedas que en la actualidad y más cálidas que en el Pleistoceno. Para el intervalo entre 7.500 y 4.000 AP las precipitaciones y consecuentemente la humedad ambiental parecen haber disminuido, mientras que se registra un aumento en las temperaturas. De esta manera, para el Altitermal se propone un evento de mayor aridez.

B) Secuencia polínica de Yavi, Jujuy, (Lupo 1998)

Si bien el foco del análisis de esta autora se ubica en el Holoceno Tardío, hace referencia a un período seco que comienza alrededor de los 8.000 años AP. La misma no hace mención alguna sobre temperaturas.

4.3.2.4. Segundo Grupo (Bolivia).

A) Secuencia polínica resumida de 5 perfiles según Graf (1977) 5500 a 3500 msnm

Este autor interpreta una fase (10.000 a 7.500 AP) seca y fría, seguida de una fase cálida y húmeda que se extiende hasta 5.500 a 3.500 según el perfil, con plantas pioneras y decrecimiento de transporte de polen a larga distancia.

B) Secuencia polínica de Sajama (Ybert 1984) 4500 msnm

En el área de Sajama se observa un clima frío y seco entre 7.500 y el 6.000 AP, representado por mayores porcentajes de *Poaceae* y menores de *Polylepis*, y un clima húmedo y más frío entre el 6.000 y el 3.500 AP.

C) Niveles de lagos de altura según Bradbury et al. (2001)

Lago Titicaca (3810 msnm): La información proveniente de algas sugiere una fase alta del lago (evento Coipasa) se registra hacia 9.600 AP, el Holoceno Medio se presenta como una fase de caída del nivel del mismo. Según Villagrán (1993) se registra una fase alta hacia el 6.000 AP.

Salar de Uyuni (3653 msnm): Entre el 9500 y el 8500 AP parece registrarse también la fase Coipasa de crecimiento del nivel del lago, después de este evento el salar se mantuvo seco como en la actualidad.

4.3.2.5. Tercer Grupo (Chile)

A) Secuencias polínicas de Tumbre (Graf 1992) 4210 a 3880 msnm

Este autor sugiere para esta área de la Puna de Atacama, que entre el 10.000 y el 7.000 AP se da un clima más árido (asteráceas) que en el período 7.500 a 2.000 AP, que puede ser caracterizado como una fase semiárida (más poáceas y herbáceas) aunque con aumentos de la temperatura.

B) Secuencia polínica de Laguna Seca, (Baiead y Wheeler 1993) 4500 msnm

Estos autores interpretan el Holoceno Temprano (10.000 a 8.000 AP) como frío y húmedo por el predominio de poáceas, entre el 8.500 y el 6.500 AP se lo interpreta como un período cálido y seco por la ausencia de polen arbóreo. Hacia el 6.000 AP se establecen condiciones frías y húmedas que hacia el 3.500 AP cambia drásticamente hacia una fase de sequía. De todas formas estos autores sugieren que no se debe suponer ninguna de las fases secas como un ambiente más árido que el actual.

C) Niveles de la Laguna Lejía (Bradbury et al. 2001)

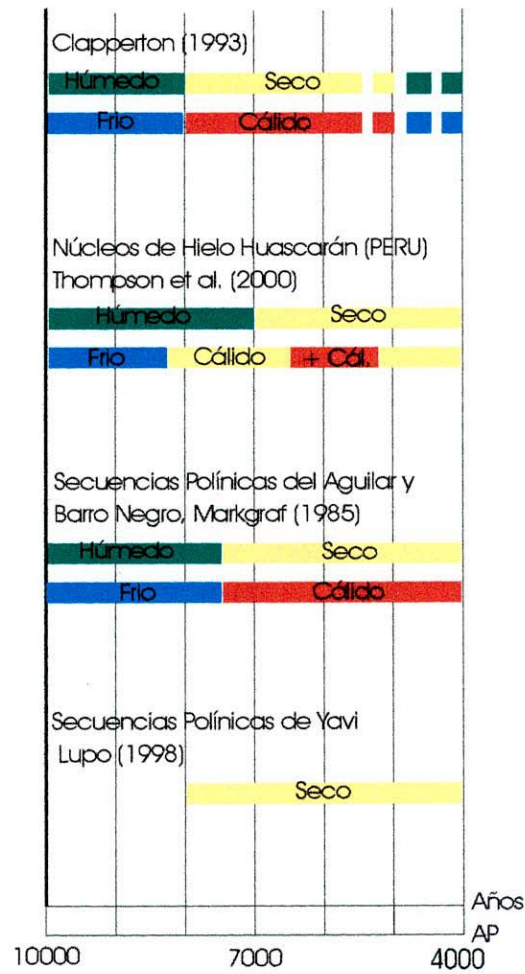
Estudios de diatomeas y sedimentos sugieren en una escala local durante el evento Coipasa (Holoceno Temprano) el máximo nivel registrado de la laguna mientras que en el Holoceno Medio una caída del nivel de la misma, si bien Villagrán (1993) sugiere hacia el 6.000 AP un evento lacustre alto.

4.3.3. Resumen gráfico de información paleoambiental del Holoceno

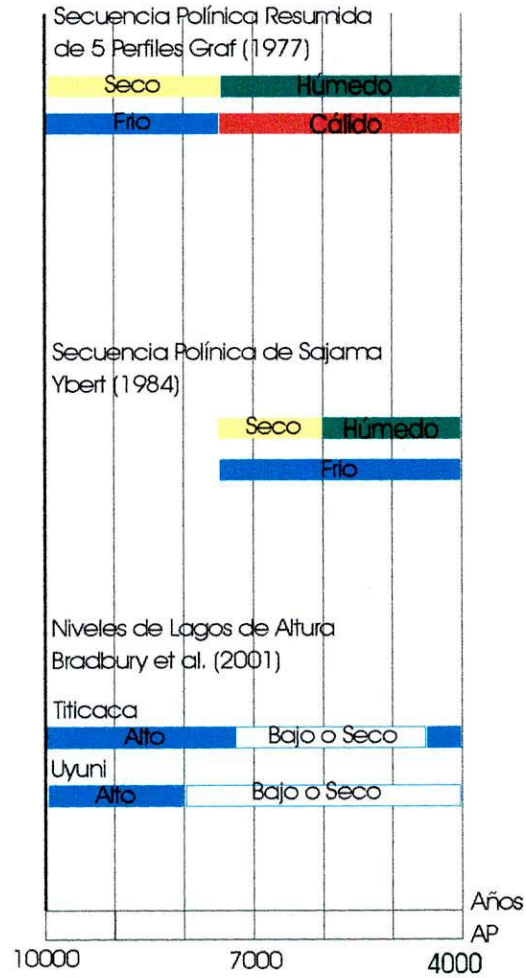
El cuadro que sigue muestra un resumen de las condiciones ambientales para la primera mitad del Holoceno resultante de la información presentada anteriormente.

Gráfico 4.1. Resumen gráfico de las condiciones paleoambientales durante el Holoceno en diferentes áreas.

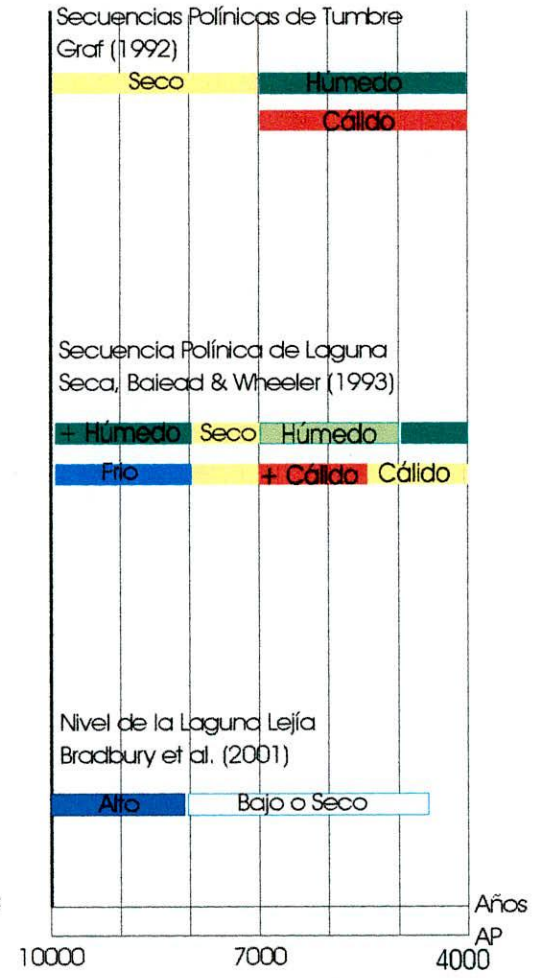
Tendencia Global, Perú y Argentina



Bolivia



Chile



4.4. Discusión de la información presentada

Hasta aquí hemos reseñado y analizado con detenimiento la información paleoclimática y paleoambiental seleccionada. Ahora es necesario conjugar todos estos datos con la finalidad de generar expectativas teóricas sobre el ambiente y el clima de la Puna de Atacama para el Holoceno Temprano y Medio. A su vez, intentaremos derivar de estas expectativas, otras sobre la actividad de regímenes palustres y fluviales, y la génesis de suelos.

4.4.1. Tendencias Climáticas y Ambientales del Holoceno Temprano y Medio

La mayoría de la información hasta aquí citada parecería indicar una temperatura más fría que la actual entre el 10.000 y el 8.000 AP y una tendencia hacia un clima más cálido a partir del 8.000, salvo en los casos de los perfiles bolivianos analizados por Graf (1977) y la secuencia de Sajama de Ybert (1984). Esto parecería estar de acuerdo con los patrones observados desde el MGT (Máximo Glacial Tardío) de temperaturas frías con una tendencia progresiva hacia una mayor calidez que se instalaría recién con el comienzo de la inversión de la asimetría de los anticiclones pacífico-atlántica hacia el 9.500 AP. Este cambio en la asimetría parece haber traído aparejado un corrimiento hacia el sur del sector occidental del Ecuador Térmico coincidiendo con un aumento progresivo de temperaturas. La posible presencia de los *S. Westerlies* hasta el 7.300 AP al norte de su posición actual, sugiere una mayor inestabilidad ambiental para el desarrollo de suelos en la Puna, asociada con la presencia de precipitaciones invernales responsables de recargas en los sistemas glaciales andinos y sus cuencas tributarias, implicando recarga de sistemas palustres con este tipo de aporte y depósitos aluviales importantes en cuencas fluviales afectadas por estos aportes. Si bien ENSO pudo haber estado presente durante este período implicando aridez, lo cual es sustentado por el patrón de circulación imperante, por la presencia al norte de los *S. Westerlies*, y por el elevado nivel de lagos en I. Galápagos, parece haber tenido un régimen bastante diferente al actual en este período. Esto sugiere un clima relativamente más estable y seco que el Interstadial (precipitaciones intensas del NE), aunque probablemente más húmedo que el actual, particularmente en las cuencas palustres con aporte glacial. Las biotas vegetales inferidas desde los análisis de polen de Argentina y Chile parecen coincidir con esta interpretación (Markgraf 1985, Baied y Wheeler 1993) cambiando de una flora característica de zonas frías y húmedas a la de cálidas y secas hacia el 7.500 AP (caída de la influencia de los *S. Westerlies* 7.300 AP, ENSO menos frecuente desde el 7.000 AP). Los altos niveles de lago de las cuencas analizadas reforzarían la idea de estas condiciones, dado que si bien ENSO estaría presente con un impacto en el aumento

en la sequedad del Altiplano, las menores temperaturas (y consecuente menor evaporación), así como las posibles precipitaciones invernales pudieron mantener dichos niveles estables entre el 10.000 y el 8.000 AP.

Ente el 8.000 y el 7.000 AP, habría una intensificación de los efectos ENSO (Villagrán 1993) coincidiendo con la mayor parte de la información citada, con condiciones más secas en este período y una paulatina transición a condiciones más cálidas en el punto máximo de asimetría pacífico-atlántica (7.500 AP). Esto se observa tanto en la evidencia palinológica, como en el comienzo del descenso de los niveles lacustres. Los únicos datos que muestran una persistencia de condiciones húmedas hasta el 7.000 son los de Huascarán que, a modo de hipótesis, podrían ser un efecto local de los todavía presentes *Southern Westerlies*.

Entre el 7.000 y el 5.000 AP, si bien como muestran las estimaciones de Riedinger y colaboradores (2002) ENSO estaba presente parecería haber disminuido su intensidad y frecuencia, y los *Southern Westerlies* parecen estar ausentes en estas latitudes durante este lapso. Toda la evidencia de polen (salvo las de Sajama y los 5 perfiles de Graf) y núcleos de hielo coincide en una tendencia hacia un pico máximo de temperaturas en este período. Paradójicamente, los niveles de lago de Titicaca y Lejía muestran niveles altos hacia el 6.000 AP, y la secuencia de polen de Laguna Seca muestra condiciones húmedas entre el 7.000 y el 5.000 AP, mientras que el resto de los proxies caracterizan al período como seco. Una explicación posible de este patrón sería una acentuación de la heterogeneidad ambiental de este período (en función de las características locales). En este sentido, sabemos que ENSO posee un impacto de escala continental (y global) (Philander 1989) y que la presencia de este evento posee un impacto directo en cuencas que promedian las características ambientales de una región como el caso de Lago Titicaca (Abbott et al. 1997). La baja frecuencia de este fenómeno en el Altiplano pudo ser la responsable de que los niveles del Titicaca aumentaran bajo la influencia del aporte de humedad de varias localidades del área, si bien no pudo llegar a los niveles anteriores por la mayor evaporación producida por las altas temperaturas. La humedad de estas localidades pudo estar controlada por las precipitaciones estivales (posiblemente menores en la media regional que en la actualidad) y por un régimen de fusión glaciaria más intenso en las primaveras originado por las altas temperaturas.

Parecería que las condiciones actuales solo se instalan hacia el 3.000 AP, si bien entre el 3.000 y el 1.800 AP pudo haber un incremento en las precipitaciones invernales dada la posición de los *S. Westerlies*. En este sentido, el período entre el 5.000 y el 3.000 AP parece ser una fase transicional hacia estas condiciones. En dicho período se registra un aumento en la cantidad de eventos ENSO, y entre el 5.300 y 3.700 AP parece haber estado presente la influencia de los *Southern Westerlies*; asimismo, la temperatura, según la información paleoambiental presentada, sugiere condiciones

cálidas, pero probablemente más moderadas que en el período antecedente. En función de estas características pensamos que es posible que entre el 5.000 y el 3.000 AP pudo darse una alternancia entre fases secas y húmedas similares a las actuales debido a ENSO, aunque menos frecuentes y atemperadas entre 5.000 y el 3.700 AP por las precipitaciones invernales provistas por la presencia de los *Southern Westerlies*. En este sentido, parece continuar la tendencia registrada desde el 7.000 AP de la heterogeneidad de condiciones de humedad local, con una estabilidad suficiente para el desarrollo de suelos en este caso solo a partir del 3.700, y con posible presencia de importantes depósitos aluviales en las cuencas con aporte glaciar en la mayor parte del período.

4.4.2. Resumen y presentación del modelo ambiental para el Holoceno Temprano y Medio

En las tablas que se presentan a continuación resumimos los resultados de la crítica de los antecedentes citados y las expectativas generadas a partir de la misma en relación a niveles de los sistemas palustres, energía de las cuencas fluviales, y la probabilidad de desarrollo de suelos.

	10.000 AP	9.000 AP	8.000 AP	7.000 AP	6.000 AP	5.000 AP	4.000 AP
Temp.	Más frío que actual Más cálido que Interestad.		Cálido	Más Cálido		Cálido	Cálido
Humedad	Más húmedo que actual Más seco que Interestad.		¿Más seco?	¿Más húmedo?	¿Más seco?	Más seco	Más húmedo
Lluvias Estivales	¿Presentes?		¿Presentes con fallas?	Presentes	Presentes con fallas periódicas		Presentes fallas + frec
Lluvias Invernales	Presentes			Ausentes		¿Presentes?	Ausentes

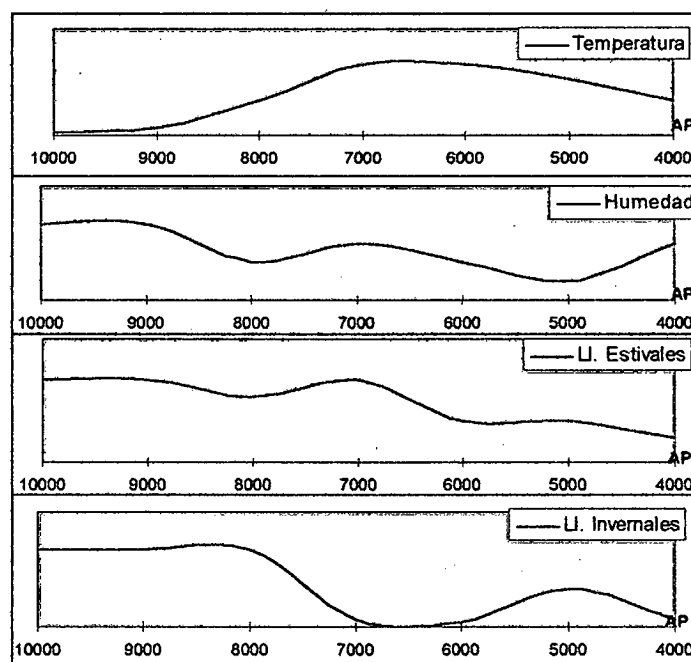


Tabla 4.3. Resumen de características ambientales teóricas inferidas de la crítica de antecedentes.

Nivel Sist. Palustres	10.000 AP	9.000 AP	8.000 AP	7.000 AP	6.000 AP	5.000 AP	4.000 AP
Glaciarios	Altos			Menor o Bajos		Altos	Menor
Freáticos	Altos			Menor		Bajos	Menor
Pluviales	Altos		Menor	Altos	Bajos	Menor	Bajos
Mixtos	Altos			Menor	Bajos	Bajo o Men	Menor

Tabla 4.4. Expectativas teóricas de los niveles palustres endorreicos del área según sus regímenes.

Energía Sist. Fluvial.	10.000 AP	9.000 AP	8.000 AP	7.000 AP	6.000 AP	5.000 AP	4.000 AP
Glaciarios	Mayor		La Mayor	Baja o Menor		Mayor	Menor
Freáticos	La Mayor		Mayor	Menor		Baja	Menor
Pluviales	La Mayor		Mayor		Menor		Mayor
Mixtos	La Mayor		Mayor		Baja	Menor	Mayor

Tabla 4.5. Expectativas teóricas sobre la energía en los sistemas fluviales endorreicos del área según sus regímenes.

Vegas	10.000 AP	9.000 AP	8.000 AP	7.000 AP	6.000 AP	5.000 AP	4.000 AP
C. Fluviales	Baja frec.		Frecuentes		Baja frec.		Frecuentes
Freáticas	Frecuentes			Baja frec.			Frecuentes
S. Palustres	Frecuentes				Baja frec		
General	Frecuentes				Baja Frec		Frecuentes

Tabla 4.6. Frecuencia teórica de desarrollo de vegas a lo largo del Holoceno en el área según su tipo, y frecuencia general a una escala regional.

Capítulo

5

El registro Arqueológico de la Puna de Atacama (chilena y argentina): características y patrones para discutir nuestros modelos.

5.1 Introducción: finalidad y estructura del capítulo

Este capítulo presentamos una breve reseña de las características fundamentales de los sitios más importantes de la zona de la primera mitad del Holoceno, y algunas de las tendencias menos controversiales asociadas a los mismos. En este sentido, no buscamos realizar una presentación exhaustiva de todos los sitios de la Puna de Atacama (argentina y chilena) entre los 2.500 y 4.200 msnm. La finalidad principal por la que se ha decidido realizarlo de esta forma es porque sólo se incluye la información que será utilizada para *testear* y discutir los modelos arqueológicos, que a su vez se derivarán de los modelos ambientales, que se presentan en el capítulo 9 de esta tesis.

En cuanto a su estructura, el segundo apartado describe algunos aspectos generales de las ocupaciones del área. El apartado 5.3. cita en primer lugar las dataciones de los sitios argentinos y chilenos, cuyo registro arqueológico fundamental y emplazamiento es descripto en este mismo apartado (5.3.1. y 5.3.2.). Finalizamos este capítulo (apartado 5.4.) reseñando el uso de los camélidos como recurso y sus implicancias, derivándolas de los datos sobre la fauna de los sitios antecedentes. Una vez más aclaramos que la información aquí presentada no se discutirá en este capítulo, sino que esto solo se hará en el capítulo 9 en el marco de la discusión de los modelos generados en esta tesis.

5.2. Aspectos generales de las ocupaciones humanas durante el Holoceno Temprano y Medio en Chile y Argentina.

La región de Los Andes centro-sur comenzó a ser colonizada por grupos humanos hace al menos 12.500 años AP, según las evidencias de ocupación que exhibe la Cueva del Guitarrero con una datación de 12.560 AP (Lynch et al. 1985). Para nuestra región de estudio en particular (Puna argentino-chilena), las evidencias existentes hasta el momento sugieren un poblamiento del área hace aproximadamente 11.000 años AP (e.g Castro y Tarragó 1992, Núñez 1992, Pintar 1996, Yacobaccio 1994a, Yacobaccio y Morales MS), existiendo alrededor de siete sitios en Chile y al menos seis en el NOA con dataciones cercanas a esta fecha. En este sentido, el sitio más temprano del norte de Chile (Tuina-1) posee una datación de 10.820 AP (Núñez et al. 2001), mientras que el más temprano en el oriente de los andes, Inca Cueva 4 (Jujuy, Argentina), posee una fecha de 10.620 AP (Aschero et al. 1976).

Sin embargo, la relativa abundancia de sitios presentes en la macrorregión puneña durante el Holoceno Temprano (10000 - 8000 AP aprox.) decrece a medida que se avanza hacia el Holoceno Medio (8000 - 4500 AP aprox.), donde la información arqueológica es casi nula (Olivera 1997, entre otros). Esta situación ha llevado a proponer un hiato ocupacional o abandono del área (de alrededor de 3000 años, entre *circa* 8000 - 5000 AP) para este período, como consecuencia del deterioro ambiental producido por el Altitermal o *Hypsitermal*, que se ha denominado "Silencio Arqueológico" (Grosjean y Núñez 1994, Núñez 1992, Núñez et al. 2001).

Recientemente esta idea ha sido modificada sustancialmente, planteándose la posible existencia de "refugios ecológicos" en la región (exceptuando al área del Salar de Atacama) (Grosjean y Nuñez 1994, Nuñez, Grosjean y Cartajena 2001). Los mismos deben ser entendidos no como ecosistemas cerrados, en donde todos los recursos naturales y sociales están disponibles, sino como áreas discretas del paisaje que pudieron haber sido incluidas dentro del rango de movilidad, y probablemente, permitido ocupaciones puntuales por parte de los cazadores-recolectores puneños (Yacobaccio y Morales, MS). Estos "refugios" podrían coincidir con lo que Yacobaccio denomina Zonas de Concentración de Nutrientes (ZCN), es decir, áreas discretas de alta densidad y diversidad de recursos en relación con el promedio general del paisaje regional (Yacobaccio 1994).

Este concepto de "refugios ecológicos" o de ZCN, implica la existencia de una mayor heterogeneidad en el paisaje regional, no siendo estrictamente compatible con la hiperaridez propuesta por autores como Clapperton (1993) para el Holoceno Medio. En este sentido, la información procedente de sitios arqueológicos argentinos como Quebrada Seca 3 (Aschero, Elkin y Pintar 1988, Martínez 1997), Hornillos 2 (Yacobaccio y Morales op. cit.), Inca Cueva 4 y 7

(Aguerre, Aschero y Fernández Distel 1976, Aschero 1973, Aschero 1979) entre otros, y chilenos, como Tuina 1, Tulán 51 y 52, Isla Grande, Confluencia 1, Tambillo 1, los sitios de la quebrada de Puripica, etc. (Grosjean y Núñez 1994, Núñez 1983, Núñez 1992, Núñez, Grosjean y Cartejena 2001), que comparten la gradiente ambiental general de nuestra área de estudio, serán fundamentales en nuestro análisis. Por esto, en el siguiente apartado nos referiremos a las características y dataciones (Gráfico 5.1a y 5.1b) de estos y otros sitios, con el fin de conocer más profundamente el registro arqueológico de la región.

5.3. El Registro Arqueológico

A continuación presentamos las dataciones (en años AP y también calibradas) de los sitios a los que nos referiremos de aquí en adelante en dos gráficos, uno con las fechas comprendidas en el Holoceno Temprano (Gráfico 5.1a) y la otra con los correspondientes al Holoceno Medio (Gráfico 5.1b).

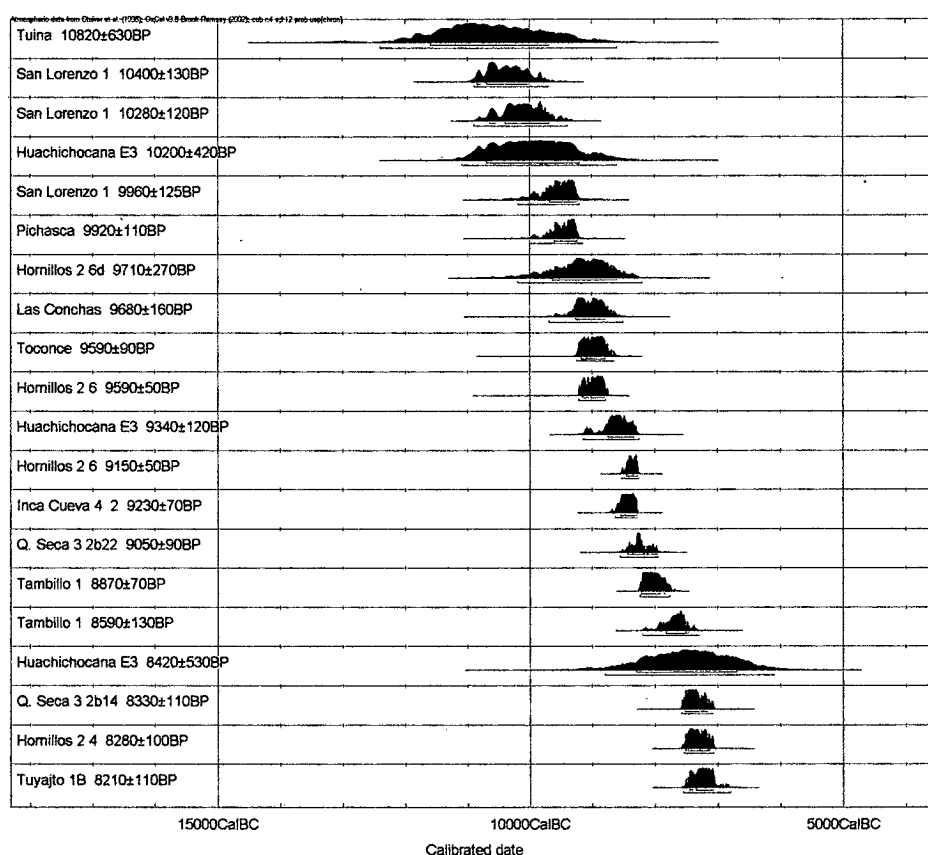


Gráfico 5.1.a. Sitios Argentinos y Chilenos con dataciones del Holoceno Temprano.

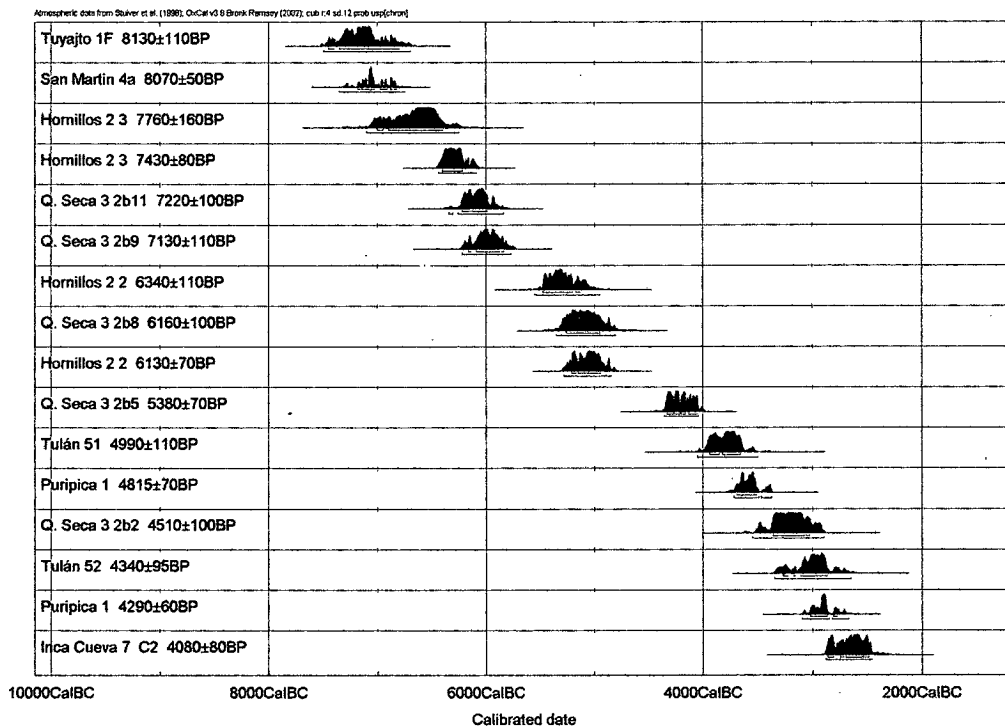
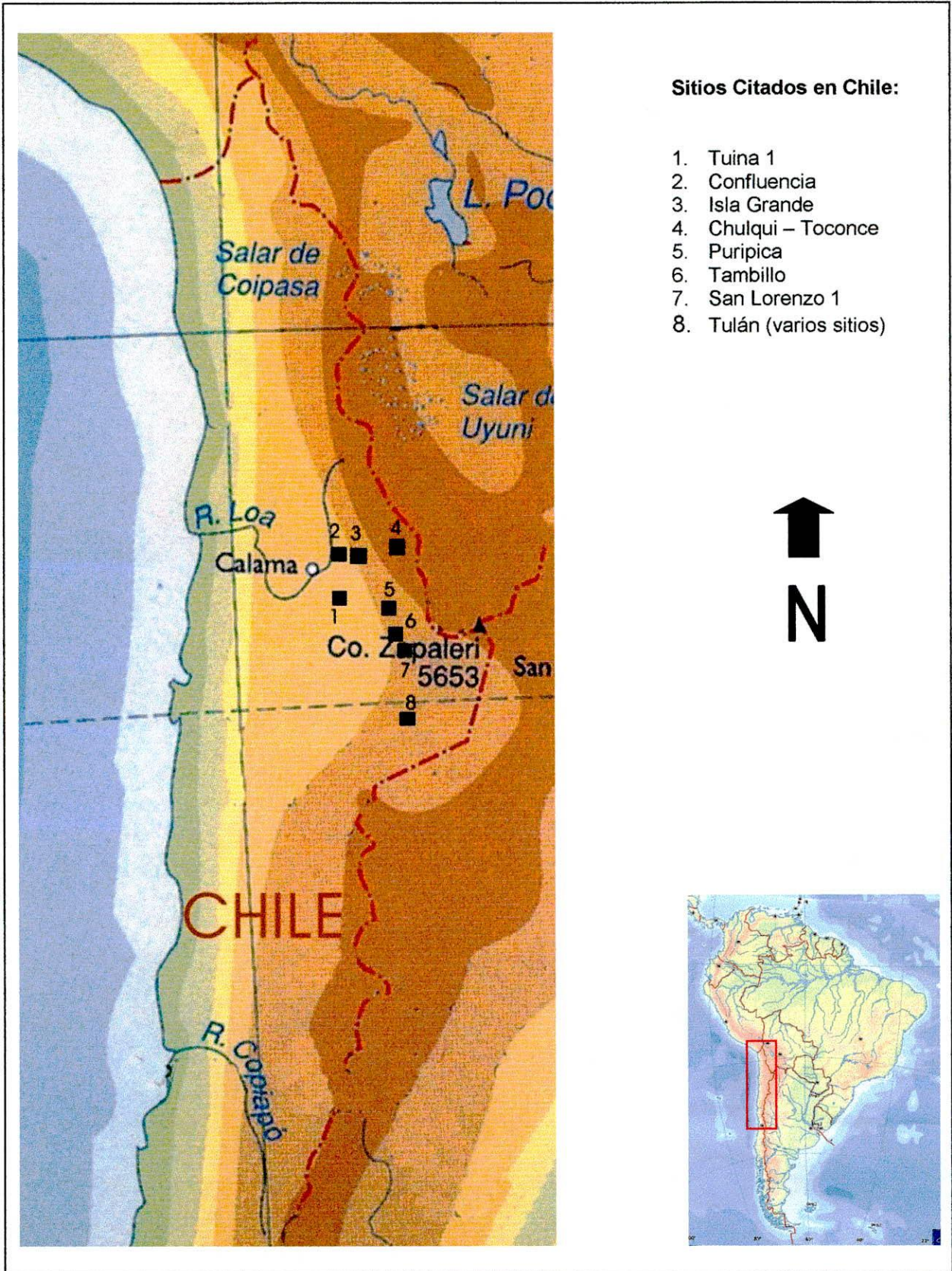


Gráfico 5.1.b. Sitios Argentinos y Chilenos con dataciones del Holoceno Medio.

5.3.1. El Registro Arqueológico de la Puna Chilena

El registro del período correspondiente al Holoceno Temprano se corresponde con los sitios comprendidos dentro de los estadios Tuina y Tambillo de la denominación clásica chilena (Núñez 1992). Citamos aquí algunos sitios del área implicados dentro de este lapso (11.000 – 8000 AP):

El estadio Tuina deriva del sitio tipo **Tuina 1** (fecha en Tabla 5.1a y emplazamiento (1) en Mapa 5.1.) ubicado en la serranía homónima al este de Calama. Del mismo se han recuperado 72 artefactos similares a los hallados en los sitios **San Lorenzo** y **Chulqui** ((7) y (4) respectivamente en Mapa 5.1.) incluyen raspadores espesos y hojas triangulares reducidas bifacialmente (Núñez 1992). Estas últimas a su vez parecen corresponderse con las presentes en los sitios argentinos Inca Cueva 4 y Huachichocana III/E3 (Fechas en Gráfico 5.1a y emplazamiento (1) y (3) respectivamente en Mapa 5.2.). Si bien la fauna de algunos de estos sitios se presenta en la Tabla 5.1. debemos detenernos en algunos comentarios que ha realizado Núñez (1992) sobre la misma. Este autor sugiere que las características de la fauna de Tuina 1 no se condicen con las del sitio Inca Cueva 4. Otro dato que sugirió Núñez (1992) para Tuina 1, si bien no lo compartimos para esta cronología y lo discutiremos más adelante, es que la presencia de camélidos neonatos, nonatos y jóvenes, sugiere posibles hábitos iniciales de crianza.



Mapa 5.1. Sitios citados en la vertiente chilena de Los Andes.

El estadio Tambillo se define sobre la base del sitio **Tambillo 1** ubicado en las vegas de la playa oriental del Salar de Atacama ((6) en Mapa 5.1.). Este sitio se asocia a vegas forrajeras, vertientes potables, avifauna de lagunetas, entre los oasis de San Pedro y Toconao (Núñez 1992). Según Núñez (1992), del sitio se recuperaron inicialmente 543 artefactos, siendo datados en 8.590 +/- 130 AP. Estos sugieren un conjunto distinto al estadio anterior con punzones de obsidiana, finos perforadores, raspadores discoidales chatos y ganchos óseos de propulsores; entre las puntas de proyectil encontramos tetragonales, triangulares de base escotada, lanceoladas regulares y grandes.

Recientemente se ha insistido en un patrón de transhumancia en este período para el uso de recursos, mediante el acceso estacional a paleolagos de altura de la Puna entre los 4.000 y los 4.500 msnm (Núñez et al. 2001). Sugieren también una interrupción abrupta en la ocupación de estos sitios hacia el 8.000 AP aprox. Este abrupto hiato, ya sea por decrecimiento en la población o por abandono de la región del Desierto de Atacama debido a condiciones climáticas y ambientales que impactaron en la estructura de recursos del área, es lo que se ha denominado “silencio arqueológico” (Núñez et al. 2001).

Las ocupaciones del Holoceno Medio coinciden con los estadios Confluencia, Tulán y Puripica de la denominación tradicional Chilena. Núñez (1992) define al estadio Confluencia como el relacionado a “aquellas evidencia eventuales involucradas con los indicios del período Arcaico Tardío”, posiblemente relacionado con los sitios **Isla Grande** y **Chulqui 3** ((3) y (4) respectivamente en Mapa 5.1.). El sitio **Confluencia - 1** (ubicado en la confluencia de los ríos Loa y Salado (2) en Mapa 5.1., 6.000 AP aprox.) presenta rasgos diferenciales como restos de estructuras habitacionales circulares, siendo comunes con el resto de los sitios de este período las hojas foliáceas, morteros de hueco cónico, manos y los típicos microlitos del complejo Puripica – Chiuchiu (Núñez 1992).

Mientras tanto, en la quebrada de Puripica se han detectado nueve pequeños fogones datados entre 6100 y 5900 AP que sugieren ocupaciones cortas como las de **Puripica 39/40**. Al mismo tiempo en el curso superior del río Loa existen varias ocupaciones (i.e. Alero Confluencia y los anteriores Chulqui e Isla Grande) datadas entre 7990 y 6000 AP con ocupaciones puntuales de corto plazo similares a las del caso anterior (Aldunate et al. 1986, Núñez, Grosjean y Cartajena 2001).

El estadio Tulán se refiere a las ocupaciones en la quebrada homónima emplazada en el sector meridional del Salar de Atacama (80 km al sur de San Pedro de Atacama). El mismo incluye los sitios típicos **Tulán 51** (datación en Tabla 5.1b y emplazamiento (8) en Mapa 5.1.), un taller superficial con escasos vestigios habitacionales, y **Tulán 52** (fecha en Tabla 5.1b), un campamento estructurado con 20 -25 recintos circulares aglomerados confeccionados con lajas verticales (Núñez

1992). Sectores con microestratos y sellos de arenas eólicas sugieren abandonos estacionales o períodos de baja actividad (Nuñez 1992). En cuanto a los artefactos se observa una importante abundancia de la industria de láminas (50% del total del conjunto lítico) y la presencia escasa de puntas tetragonales o de pedúnculo agudo, y los típicos morteros de agujero cónico del período. En relación con la fauna se presenta en la Tabla 5.2. los datos provenientes de Tulán 52, si bien debemos aclarar que en este sitio es notoria la escasez de restos de camélidos subadultos con una presencia abundante de camélidos maduros (68%), mientras que en Tulán 51 se han registrado al menos 191 restos de ejemplares juveniles (Núñez 1992).

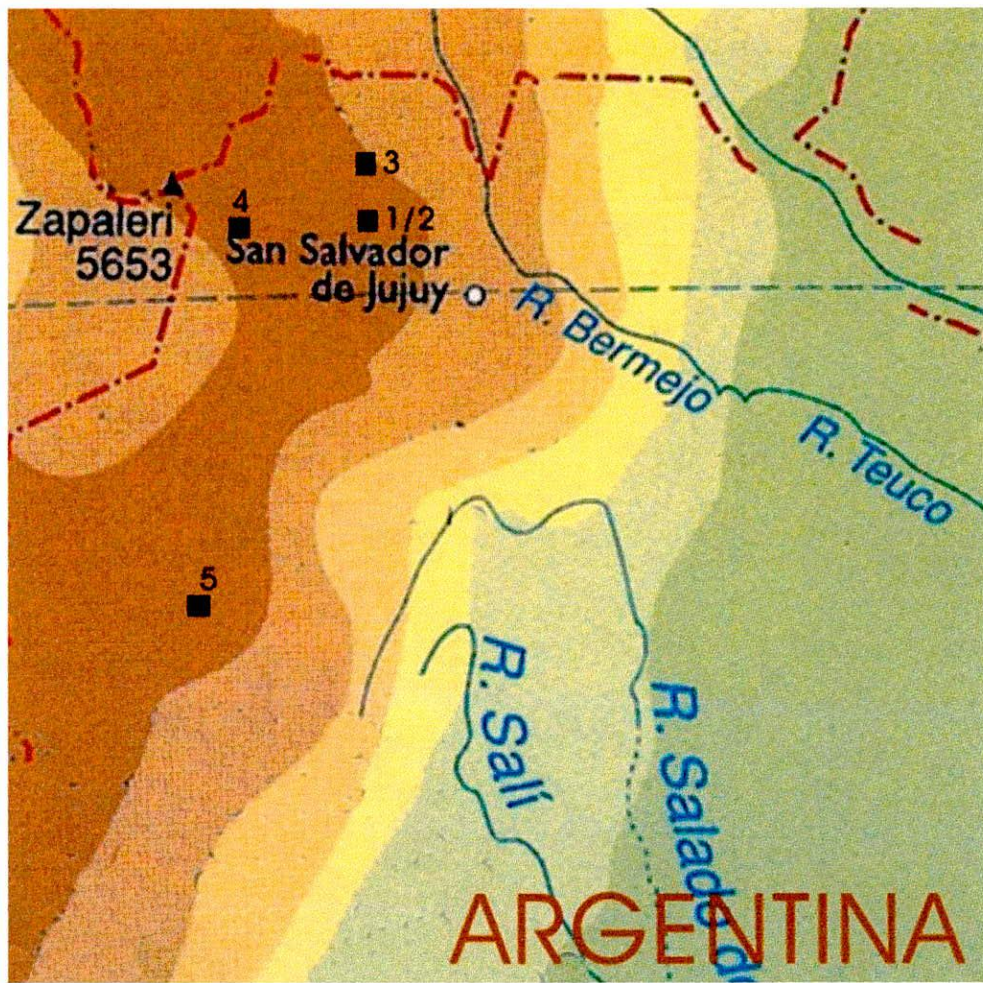
Finalmente, el estadio **Puripica** según Núñez (1992:296): "parece derivar [...] del estadio anterior en cuanto son sincrónicos a nivel de Tulán terminal y Puripica inicial, además de las relaciones artefactuales y residenciales [...] se calcula un total de 30 – 40 estructuras habitacionales y secundarias subyacentes en un espacio menor a los 400 m² [...] tal concentración refleja un alto nivel de estabilidad que estaría apoyado fundamentalmente sobre una relación coherente entre cacería y crianza de camélidos."

Nuñez y colaboradores (2001) han caracterizado a la Quebrada de Puripica como uno de estos "oasis" o "refugios ecológicos" existentes durante el Holoceno Medio en la región, donde se han dado "procesos adaptativos"(sic) diferentes a los observados en la costa y la precordillera central de Chile. Se sugiere además una transición, en esta área y período, hacia sociedades cazadoras complejas con domesticación de camélidos, arquitectura y sedentarismo entre el 4.800 y el 4.000 AP (Núñez et al. 2001).

5.3.2. El Registro Arqueológico de la Puna Argentina

Los sitios de mayor relevancia del Holoceno Temprano en la vertiente oriental de la puna (Puna Argentina) son los frecuentemente citados Inca Cueva 4, Huachichocana III, Pintoscayoc 1 ((2) junto con IC4 y IC7 en Mapa 5.2.), Quebrada Seca 3 ((5) en Mapa 5.2.) y Hornillos 2 ((4) en Mapa 5.2.). Estos dos últimos (QS3 y H2), poseen la característica particular de ser los únicos dos sitios de la Puna Argentina que presentan también evidencia de ocupaciones relativamente continuas durante el Holoceno Medio.

Para comenzar, **Inca Cueva 4** (IC4) es un sitio paradigmático emplazado en la quebrada homónima en el área de Prepuna (Tres Cruces, Jujuy). Como se ha señalado anteriormente, este sitio posee la datación más temprana del NOA, con una interrupción de la secuencia hacia el 7.500 AP aprox para la capa 2, y una nueva ocupación asociada a restos humanos de 5.200 AP aprox. para la capa 1a. La fauna presenta la particularidad de un alto consumo de vizcacha (*Lagidium viscacia*)



Sitios Citados en Argentina:

1. Inca Cueva 4 y 7
2. Pintoscayoc
3. Huachichocana III
4. Hornillos 2
5. Quebrada Seca 3



Mapa 5.2. Sitios citados en la vertiente argentina de Los Andes.

en relación con el de camélidos, además de presentar numerosos vestigios vegetales (Aschero et al. 1976).

La quebrada Huachichocana comprende un sistema de asentamientos en cinco cuevas muy próximas; Huachichocana III, la cueva más importante, en su capa E3 presenta la primera ocupación (Ver fechas en Tabla 5.1a), mientras que la E2 representa el componente del precerámico final (Castro y Tarragó 1992). Las tendencias más relevantes de la fauna se presentan en la Tabla 5.1.

Pintoscayoc 1 es un alero ubicado en la quebrada del mismo nombre, en el extremo norte de la Quebrada de Humahuaca a 3600 msnm (Elkin y Rosenfeld 2001). Este sitio presenta dos grandes bloques ocupacionales, el primero entre *circa* 10.000 AP y 8.000 AP, y el segundo desde el 900 AP hasta el 450 AP aprox. Como en el caso anterior las tendencias de la fauna se presentan en la Tabla 5.2 (para consultar un análisis detallado de la misma ver Elkin y Rosenfeld 2001).

Quebrada Seca 3 (fechas en Tabla 5.1a y b) es un sitio ubicado en la Puna Meridional o Puna Salada (Antofagasta de la Sierra, Catamarca) que contiene la secuencia ocupacional más completa de la Puna. La fauna se presenta en la Tabla 5.1. Dentro de las características de la industria lítica citamos aquí particularmente los tipos de puntas de proyectil. Los niveles 2b18 y 2b17 de este sitio (8.600 AP aprox) presenta puntas triangulares apedunculadas a diferencia de los niveles 2b16 a 2b12 (8.600 a 7.300 AP aprox) que presenta puntas con pedúnculo destacado y aletas entrantes (u hombros). Finalmente los niveles 2b11 y 2b10 (7.100 a 6.000 AP aprox.) evidencia puntas lanceoladas de bordes subparalelos y escotadura en la base. También podemos citar algunas tendencias generales que se observan en la transición desde el Holoceno Temprano al Medio. En este sentido, primero debemos recordar que este sitio posee nueve ocupaciones entre 8.300 y 6.100 AP aprox., es decir durante el Holoceno Medio propiamente dicho (Yacobaccio y Morales MS). La movilidad (o su rango) parece incrementarse durante este período como muestran los restos de plantas exóticas como *Chusquea lorentziana*, *Prosopis torquata*, *Acromia totai* y *Bambusa quadra* provenientes de las tierras bajas (Rodríguez 1998). El uso de obsidiana también parece incrementarse en la transición hacia este período (Pintar 1996).

Hornillos 2 es un alero ubicado a 20 km del pueblo de Susques, Jujuy, en la desembocadura de la quebrada de Agua Dulce a 4.020 msnm. Si bien los trabajos de excavación aún están en proceso se han datado un rango de ocupaciones que van desde el *circa*. 9.700 AP al 6.100 AP. Entre las evidencias recuperadas se encuentran puntas de proyectil que incluyen en el Holoceno Temprano puntas triangulares y tetragonales, mientras que en el Holoceno Medio, si bien siguen estando presentes las puntas triangulares, comienzan a aparecer en mayor frecuencia puntas lanceoladas pequeñas (Yacobaccio et al. MS). Las observaciones hechas recientemente sobre

representación relativa de materias primas líticas, y en comparación con otros datos ya publicados (Yacobaccio et al. 2001) de la capa 2 (6.300 a 6.100 AP aprox.), parecen registrar un descenso progresivo en la utilización de materias primas de menor calidad (locales) desde el Holoceno Temprano hacia el Holoceno Medio, mientras que se registra un comportamiento de signo inverso en las materias primas alóctonas de buena calidad (obsidiana y traquiandesita) (Yacobaccio et al. MS). En cuanto a la fauna del sitio, la misma muestra mayor variabilidad para el Holoceno Temprano que para el Holoceno Medio, con una abundancia importante de recursos localmente disponibles (i.e. roedores) (Catá MS). Hacia el 8.000 AP aprox. comienza a incrementarse de manera marcada el consumo de camélidos (Catá MS).

Para finalizar con el registro seleccionado de la Puna Argentina es menester citar algún sitio paradigmático con ocupaciones solo pertenecientes al Holoceno Medio Tardío de entre los existentes. Entre ellos podemos seleccionar a **Inca Cueva 7 (IC7)** uno de los sitios de la citada quebrada de Inca Cueva. Este sitio presentó tres episodios de ocupación de 4100 AP aprox. con puntas de proyectil lanceoladas, instrumentos de hueso, cordelería, cestería y variedad de redes, además de vegetales como el cebil, churqui y algarrobo, y un cultígeno: el mate (Castro y Tarragó 1992).

5.4. Uso de camélidos en los sitios citados de Chile y Argentina: discusiones e implicancias.

Dos temas generales relacionados, y de suma importancia para la arqueología del área, son los más discutidos como resultado del análisis de la arqueofauna de sitios del Holoceno Temprano y Medio del área. El primero se refiere a las características y el cambio de las estrategias de subsistencia de grupos cazadores recolectores; y el segundo, con el surgimiento de especies de camélidos domésticos como consecuencia de estos cambios en un centro de domesticación independiente (Andes argentino-chilenos) al de los Andes Centrales. Es profusa la bibliografía de discusión sobre estos temas (Olivera 1997, Wheeler 1998, Cartajena et al. 2003, Yacobaccio 2001, entre muchos otros) por lo que nos limitaremos a marcar ciertas tendencias generales y tomar partido sobre algunos criterios relacionados con estos temas. Para comenzar hemos tomado de Yacobaccio (2003) algunos datos sobre las arquefaunas, particularmente la representación relativa de camélidos, de algunos de los sitios citados en los apartados anteriores. Los presentamos y discutimos a continuación:

Período	Sitio	Ubicación	% Camélidos	Número de huesos identificados	Especies de Camélidos
11000 a 8400 AP	Tuina	Chile	60,9	41	
	San Lorenzo	Chile	7,3	68	
	Pintosca yoc	Argentina	12	1745	
	Inca Cueva 4 2	Argentina	10,2	1045	V, G
	Huachichocana III/E3	Argentina	87,4	859	V, G
	Quebrada Seca 3 (NI)	Argentina	81,2	373	V, G
	Tambillo	Chile	47,6	2197	
8400 a 5200 AP	Puripica 13/14	Chile	94	238	G
	Hornillos 2/2	Argentina	48,9	364	
	Quebrada Seca 3 (NM)	Argentina	91,8	881	V
	Puripica 33	Chile	99	932	V, G
5200 a 4000 AP	Puripica 34	Chile	96	142	
	Quebrada Seca 3 (NS)	Argentina	94	1393	V, G
	Tulan 52	Chile	84,8	14264	V, G, LI
	Puripica 1	Chile	76,3	4490	V, G, LI
	Inca Cueva 7	Argentina	50	40	LI
	Huachichocana III/E2	Argentina	100	57	LI

Tabla 5.1. Restos de camélidos en sitios arqueológicos de Chile y Argentina. V: Vicuña, G: Guanaco, LI: Llama. Tabla tomada y modificada de Yacobaccio (1993).

Período	N	Media	Min/Max
11000 a 8400 AP	7	43,80	7,3 / 87,4
8400 a 5200 AP	4	83,43	48,9 / 99
5200 a 4000 AP	6	83,52	50 / 100

Tabla 5.2. Representación media de camélidos por período

Como estos datos sugieren y como ya lo han sugerido Yacobaccio (2003) y Olivera (1997) el consumo de especies por parte de los grupos cazadores recolectores del área durante el Holoceno Temprano (10.000 – 8.000 AP), tanto del lado argentino como del chileno, parece haber sido más diversificado, registrándose una altísima variación entre localidades en el consumo de camélidos. Esta variación parece estar relacionada con la disponibilidad diferencial de recursos alternativos en ciertas localidades (e.j. los roedores en IC4) y a una estrategia predatoria de tipo oportunista más que logística (Yacobaccio 2003), sin dejar de tener en cuenta que parte de esta variabilidad también puede estar relacionada con la función de cada sitio (Olivera 1997).

A partir del 8.000 AP pareciera darse un proceso de intensificación (i.e. incremento en la productividad y producción) de la explotación de camélidos, relacionado con los posibles cambios ambientales que pudieron traer aparejadas modificaciones en la estructura espacial de este recurso y a estrategias socioeconómicas (Yacobaccio 2003).

Si bien las evidencias de especies domésticas, inferidas en general mediante estándares osteométricos, solo se registran en sitios posteriores al 5.000 AP tanto en Chile como en Argentina, se ha propuesto (Yacobaccio 2001, 2003) la necesidad de manejos progresivos de las manadas o grupos familiares (i.e. aislamiento, cautiverio, selección antrópica, etc.) previos a la domesticación (*sensu* Clutton-Brock 1987), es decir, entendiendo por domésticos animales que han crecido en cautividad bajo un completo control humano sobre su reproducción, organización del territorio y alimentación. De todas formas, la sugerencia de Nuñez (1992) sobre la posible manipulación o manejo de manadas tan tempranamente como el Holoceno Temprano Inicial, inferida a partir de la presencia de nonatos y perinatos, nos parece un tanto arriesgada. En realidad, la presencia de fauna de camélidos de estas características podría también ser explicada por la caza de grupos familiares durante el verano, período de parición y lactancia de estos animales.

Para finalizar debemos señalar que como lo evidencian los sitios citados en la Tabla 5.1. y en sitios aún más tardíos del período Formativo, donde la actividad pastoril ya tiene una presencia indiscutible, el consumo de camélidos silvestres y otros taxones continúa teniendo una presencia de gran importancia.

Capítulo

6

Metodología y Técnicas para el análisis de diatomeas

6.1. Aspectos Metodológicos Generales: las diatomeas como proxy

6.1.1. ¿Qué son las diatomeas?

Las diatomeas (*Bacillariophyceae*) son algas eucariotas unicelulares pigmentadas y fotosintéticas cuyo rasgo diferencial es la pared celular, altamente especializada e impregnada con sílice amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$) (Round, Crawford y Mann 1990). Su coloración, generalmente marrón, se debe a los pigmentos carotenoides de sus plastos que enmascaran el color de las clorofilas. La pared celular es multipartita y consiste en dos unidades grandes, intrincadamente esculpidas y ubicadas en oposición denominadas valvas, unidas por varias estructuras más delgadas llamadas elementos cingulares o cinturas (Round, Crawford y Mann 1990). Este conjunto de elementos (a veces de hasta 50 unidades) recibe el nombre de frústulo, y está tan densamente unido que el pasaje de sustancias a través de la pared debe ocurrir vía poros o ranuras en los citados componentes. Como veremos más adelante las características de este frústulo serán el elemento principal para asignar taxonómicamente las diatomeas a nivel específico.

6.1.2. Por qué utilizar las diatomeas como proxy?

Si bien estos organismos han sido empleados como bioindicadores en diferentes problemáticas arqueológicas y ambientales (ej. Straub 1990, Stoermer y Smol 1999, entre muchos otros), no han tenido un uso extendido en nuestro país para el estudio de condiciones

paleoambientales más que en contadas excepciones (i.e. De la Fuente 2003, Maidana 1996, Maidana y Kligmann 1996, Macchiavello et al. 1999, Martínez Machiavello y Díaz 1997, Yacobacio y Morales 2004, Zárate et al. 1999, entre otros). A pesar de esto, coincidimos con Martínez Macchiavello et al. (1999) en la potencialidad de estos organismos para dar información con respecto a cuestiones diversas como la reconstrucción de líneas de costa, evolución de ríos y lagos, patologías en poblaciones humanas pasadas así como contaminantes en las aguas que puedan incidir en la conducta de las poblaciones, y permitimos inferir los correspondientes resultados arqueológicos que atañen a este espectro de problemáticas.

Por otra parte, sabemos que la composición de la flora diatomítica es un indicador directo de la productividad de las aguas, e indirecto de su salinidad, alcalinidad y de su estatus trófico (Renfrew y Bahn 1991). Al respecto, coincidimos con Renfrew y Bahn (1991) en que a través de los requerimientos de diferentes especies en términos ecológicos y tróficos, uno puede determinar su ambiente inmediato en diferentes períodos.

Finalmente, el factor clave que nos ha hecho decidimos a utilizar este *proxy* es que nos permite aumentar la resolución hacia una escala espacial local (recordar la discusión sobre escala en el capítulo 2 de esta tesis), en función de que en ambientes acuáticos de montaña, los conjuntos diatomíticos muestran una distribución zonal (Lotter et. al. 1999, Servant-Vildary y Roux 1990). De todas formas, las inferencias paleoambientales presentadas en este trabajo se han realizado con particular cautela dada las características generales de esta región. En este sentido, los análisis se han realizado sobre las muestras procedentes de ambientes endorreicos, hecho particularmente importante, dado que este tipo de cuencas son particularmente sensibles a cambios ambientales (Wolin y Duthie 1999). Esta sensibilidad implica una ventaja y una desventaja. La ventaja es que estas áreas permiten inferir cambios ambientales sutiles, que usualmente desaparecen en las tendencias climáticas generales o en las inferencias realizadas sobre cuencas bien drenadas. La desventaja es que dicha sensibilidad puede resultar en una sobreestimación en la interpretación de los cambios percibidos si se los asume como una señal regional.

6.2. Muestreo

Se ha realizado un muestreo dirigido que comprende: a) diferentes unidades estratigráficas aisladas, y b) tres secuencias estratigráficas completas. Todas estas muestras corresponden a una faja altitudinal en torno a los 3600 msnm, a diferentes latitudes. Esto se realizó con el fin de analizar diferentes localidades intentando observar la variabilidad latitudinal o zonal dentro de la Puna Desértica en una faja altitudinal constante.

Las muestras aisladas fueron tomadas de turberas fósiles en las localidades de Quebrada de Lapao Grande, Susques, provincia de Jujuy. Las tres secuencias estratigráficas analizadas corresponden a dos perfiles (L5 y L9) emplazados en la Quebrada de Lapao Grande, y la restante al perfil PN (Perfil Norte) correspondiente a una cárcava en la margen derecha del Río San Antonio de los Cobres, en la localidad de Ramadas, Salta. Finalmente, se ha relevado la microtopografía de ambas áreas mediante el empleo de nivel óptico con el fin de poder referenciar las muestras con precisión.

6.3. Técnicas: preparados y cuantificación

Para la determinación taxonómica y cuantificación de valvas de diatomeas es necesario recurrir a la observación de las mismas bajo microscopio biológico. A tal efecto, se han realizado dos tipos de preparados permanentes diferentes. Los de primer tipo se han tratado con ácido nítrico y agua oxigenada a 30 volúmenes. Los del segundo tipo fueron tratados siguiendo el protocolo estándar de Battarbee (1986) únicamente con agua oxigenada (H₂O₂) a 30 Vol. En ambos casos, fueron realizados con posterioridad tres lavados consecutivos con agua destilada con 24 hs de decantación entre cada uno de ellos, con el fin de eliminar la acidez o los vestigios de H₂O₂. Los primeros fueron montados sobre los portaobjetos con Bálsamo de Canadá, y en el segundo caso con Naphrax®. Ambos preparados resultaron efectivos, respondiendo únicamente a la disponibilidad de materiales y sin que esto implicara algún tipo de sesgo en las observaciones.

Las valvas fueron determinadas taxonómicamente y cuantificadas en una transecta continua con un microscopio a 1000x. Se contabilizaron como mínimo 400 valvas en los casos que fue posible. En el caso de que las muestras presentaran valvas fracturadas, solo fueron cuantificadas aquellas que presentaban más del 60% de la misma, para eliminar cualquier riesgo de re-cuantificación. Este análisis implicó la determinación taxonómica de *circa* 10.000 valvas. Para confirmar y cotejar la asignación taxonómica y controlar sesgos inter-observador muchas especies han sido fotografiadas, presentándose algunas (19 especies) de las diatomeas presentes en las muestras analizadas (capítulo 7, Planchas 1, 2, y 3).

Resta la confirmación de unas pocas especies pequeñas (i.e. < 10μ) que deberá realizarse con MEB (Microscopio Electrónico de Barrido) y que han sido asignadas taxonómicamente de manera provisoria. De todas formas, las mismas en ningún caso presentan una abundancia lo suficientemente importante como sesgar significativamente la interpretación ecológica.

6.4. Sobre la asignación taxonómica y análisis el ecológico

6.4.1. Asignación Taxonómica

La asignación taxonómica de las especies de diatomeas presentes en las muestras analizadas responde a las características de las valvas de estos organismos. Para poder determinarlos a nivel específico es necesario evaluar una amplia variedad de características y estructuras presentes en las valvas y en el cíngulo (sector que conecta la epiteca o epivalva con la hipoteca o hipovalva). Cabe destacar que es necesario conocer a nivel específico el organismo dado que es en este nivel que se dispone de información ecológica, y en relación a que dentro de un mismo género puede existir una amplia variabilidad de afinidades ecológicas.

Las características y estructuras que se enumeran a continuación son algunas de las observadas para identificar a nivel de especie las diatomeas, si bien no todas son relevantes para algunos géneros y otras son generoespecíficas:

- Forma general de las valvas.
- Longitud y ancho o diámetro de la valva.
- Cantidad de estrías en 10 μ y orientación de las mismas.
- Simetría/asimetría en relación con el eje apical, transversal o diagonal.
- Tamaño, posición y presencia/ausencia de rafe^{6.1} en ambas valvas o en alguna de ellas
- Presencia, cantidad o ausencia de septos, pseudoseptos^{6.2} y cractículas.
- Presencia, cantidad o ausencia de pórtulas, ya sean procesos labiados (o rimopórtulas)^{6.3} y/o reforzados (o fultopórtulas)^{6.4}.
- Presencia/ausencia y ubicación de la discontinuidad de Voight^{6.5}.
- Presencia/ausencia, cantidad y ubicación de campos porosos apicales.
- Presencia, cantidad o ausencia de ocelos y pseudocelos^{6.6}.
- Presencia, cantidad o ausencia de estigmas y estigmoides.
- Presencia, cantidad o ausencia de espinas.
- Presencia/ausencia de estauro^{6.7}.
- Presencia ausencia de cámaras y ubicación relativa del velos, areolas y forámenes.

^{6.1} Estructura compuesta por una o dos fisuras longitudinales asociadas al esternón separadas por un puente silíceo denominado "nódulo central".

^{6.2} Septos y pseudoseptos son modificaciones en el manto valvar.

^{6.3} Consiste en un tubo que se abre al interior por una ranura.

^{6.4} Consiste en un tubo sostenido internamente por 2 o más refuerzos.

^{6.5} Estructura resultante del mecanismo de formación de la valva en algunas diatomeas.

^{6.6} En diatomeas céntricas suele haber áreas donde las areolas más pequeñas y no ocluidas u ocluidas por un velos más simples que en las restantes; si esta área está rodeada por un anillo de sílice se denomina ocelo, si la demarcación no es tan obvia se denomina pseudocelo.

- Conformación de agregados estrellados, en cadenas o solitarias.
- Oposición o alternancia de estrías.
- Características del nódulo central.
- Presencia/ausencia de conopeum.
- Forma y simetría de las valvas en vista cingular.
- Presencia/ausencia de costillas y su frecuencia relativa a la de las estrías.
- Presencia de cámaras y otras estructuras en el cingulo.

La asignación taxonómica de las diatomeas de esta tesis se realizó sobre la base de las monografías de Germain (1981), Round, Crawford y Mann (1990), Krammer & Lange-Bertalot (1991-96), Lange- Bertalot (2000) y Rumright et al. (2001).

6.4.2. Afinidades ecológicas

Se han realizado algunas bases de datos sobre la ecología de un número considerable de especies de diatomeas que incluyen parámetros como forma de vida, salinidad, pH, trofismo, corrientes y temperaturas, entre otras (ej. De Wolf 1982). Para este trabajo hemos seleccionado solo las primeras cuatro dado que las consideramos las más precisas y abundantes en estas bases de datos. De todas formas debemos aclarar que existen dos sesgos al respecto. Por una parte, muchas especies presentes en nuestra área de estudio no están incluidas en la bibliografía disponible, lo que reduce el porcentaje de especies que aportan información ecológica, si bien en ningún caso estas especies fueron dominantes o con una abundancia relativa importante en nuestras muestras. El segundo problema se refiere a que la información sobre afinidades ecológicas proviene del Hemisferio Norte, por lo que no podemos asegurar la inexistencia de algunas pequeñas variaciones en la ecología de algunas especies. En este sentido hemos comenzado a monitorear varios ambientes en la Puna para poder refinar la información ecológica de algunas especies en el futuro mediante relevamientos de biotas actuales y los parámetros ecológicos principales de los ambientes en los que las mismas se presentan.

Volviendo a las afinidades ecológicas con que trabajamos en esta tesis (forma de vida, salinidad, pH y trofismo), aquí presentamos la asignación y significado (Lowe 1974) inmanente a cada variable:

^{6.7.} Engrosamiento silíceo relacionado al nódulo central que se extiende hasta las márgenes de las valvas sobre el eje transversal.

6.4.2.1. Forma de Vida

En lo referente al modo de vida se aclara el significado de cada categoría en la lista que sigue. Lo que es menester aclarar es que se han tomado en conjunto las especies planctónicas y ticoplanctónicas (planctónicas facultativas), apegándonos a los tipos descritos por De Wolf (1982), por lo que se debe tomar con cautela su abundancia, dado que se podría sobrestimar la profundidad de los ambientes.

Planctónicas: (Incluye planctónicas *sensu stricto* y Tycoplanctónicas o planctónicas facultativas): Especies relacionadas al plancton. Implican presencia efectiva de agua normalmente suspendidas en ella.

Epífitas: Engloba en general a las especies perifíticas o litorales (presentes aunque no dentro del sustrato y objetos sumergidos). En particular incluye especies que viven adheridas a un sustrato vegetal (epífitas *sensu stricto*), a rocas (epilíticas), a clastos de arena (episámicas) y a epipélicas (adheridas al barro). Necesitan una presencia periódica de agua o una humedad importante.

Bentónica: Especies libres o adheridas al fondo. Necesitan de humedad o presencia de agua periódica

Aerófilas: Típicas de ambientes no sumergidos.

Euterrestres: usualmente independiente la presencia efectiva de agua tolerando ausencia prolongada de humedad en ambientes no sumergidos.

6.4.2.2. Salinidad

Las categorías en que se han dividido los ambientes según su salinidad son las siguientes:

Polihalobias o Euhalobias: Toleran salinidades mayores a los 30 g/l (ej. agua marina 30g/l aprox.)

Mesohalobias: Desarrollo óptimo en concentraciones de sales entre los 5 y 20 g/l aprox.

Oligohalófilas: Estimuladas por pequeñas cantidades de sales

Oligoindiferentes: Toleran una concentración de sales < 3g/l (lo que se considera agua dulce)

Halófbas: No toleran cantidades bajas de sales.

6.4.2.3. pH

Si bien es posible estimar las características del pH del ambiente mediante la observación de las abundancias relativas de cada una de las categorías que se presentan a continuación, hemos preferido estimar los valores absolutos de pH de los ambientes en los que las diatomeas se

depositaron obtenidos mediante la aplicación del **Indice β** (Renberg & Hellberg 1982 en Straub 1990):

$$\text{Indice } \beta = \frac{\% \text{ Neu} + 5 (\% \text{ Acidófilas}) + 40 (\% \text{ Acidobiontes})}{\% \text{ Neu} + 3,5 (\% \text{ Alcalifilas}) + 108 (\% \text{ Alcalibiontes})}$$

aplicando luego: $\text{pH} = 6,40 - 0,85 \log \text{Indice } \beta$

Alcalibiontes: Presentes únicamente en ambientes alcalinos

Alcalifilas: Desarrollo óptimo en pH levemente mayores a 7

Circumneutrales o Indiferentes: Desarrollo óptimo en pH circumneutrales (alrededor de pH 7)

Acidófilas: Desarrollo óptimo en pH < 7

Acidobiontes: Desarrollo óptimo en pH < 5.5

6.4.2.4. *Trofismo*

El trofismo se refiere a la disponibilidad de nutrientes inorgánicos, como Fósforo (P) y Nitrógeno (N) en los ecosistemas acuáticos y terrestres. En este sentido Hall y Smol (1999) plantean que la eutroficación de un cuerpo de agua (aumento de su tenor trófico) puede ocurrir por perturbación humana o natural. Este último caso, el que mayormente nos interesa, puede ser ejemplificado con los cambios climáticos. Los autores antes citados (Hall y Smol 1999), como ejemplo, plantean que las sequías tienden a concentrar los nutrientes o a incrementar la contribución de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes. Otro ejemplo que implica un aumento en la disponibilidad de nutrientes, es la erosión de suelos. Las categorías a las que se asignarán las especies son:

Eutróficas: características de ambientes con alta concentración de nutrientes.

Mesoeutróficas: características de ambientes con una concentración de nutrientes de moderada a alta.

Mesotróficas: características de ambientes con moderada concentración de nutrientes.

Mesooligotróficas: características de ambientes con una concentración de nutrientes de baja a moderada.

Oligotróficas: características de ambientes con bajo contenido de nutrientes.

Las afinidades ecológicas fueron obtenidas de bibliografía pertinente (De Wolf 1982, Van Dam et al. 1994, Vos y De Wolf 1993). Las categorías aquí presentadas se completan en algunos casos con la autoecología y emplazamiento geográfico de algunas especies particularmente abundantes que se desprende de la información bibliográfica consultada, citándose para cada caso en particular.

Para finalizar, es menester retomar una aclaración importante en relación con porcentaje de información de afinidades ecológicas con que trabajaremos en esta tesis y que hemos citado anteriormente. Como han señalado Rumright y colaboradores (2001) en sus estudios de diatomeas en la región andina, de alrededor de 800 especies determinadas en su trabajo, cerca de 300 resultaron nuevas para la ciencia. Esto es de suma importancia, dado que para esas 300 especies más algunas determinadas recientemente (e.g. *Amphora tucumana* (Maidana y Herbst 1998)) no se cuenta en general con información sobre sus afinidades ecológicas, a lo sumo presentan ciertos datos en cuanto a su procedencia. Decimos que es importante porque hemos decidido priorizar la rigurosidad de la determinación taxonómica con el fin de obtener un cuerpo de datos confiables que puedan ir siendo retomados a medida que se vayan conociendo las afinidades ecológicas de las nuevas especies. Esto ha implicado en nuestro caso tener que trabajar con un porcentaje de información ecológica que rara vez supera el 70 % del total de los organismos (valores que serán estandarizados al 100%), pero que asegura la precisión de la ecología de las especies de afinidades conocidas.

6.5. Sobre otros proxies

Si bien no han sido trabajados de manera sistemática hasta el momento, disponemos de información proveniente de otros *proxies* que son utilizados para contrastar las inferencias e interpretaciones ecológicas realizadas en los *loci* seleccionados. En este sentido se han obtenido algunos valores de isótopos de δC^{13} , afinidades ecológicas de una especie de gasterópodo observado recurrentemente en una facie de uno de los *locus* muestreados (Rumi 1991, en Cardillo MS), y un somero relevamiento geomorfológico de las localidades. Cabe remarcar que toda esta información completa y en alguna medida controla o contrasta nuestras interpretaciones derivadas del análisis de diatomeas, ya que el mismo se realizó como un “test ciego” debido a que no se contó con esta información hasta finalizados dichos análisis.

Capítulo

7

Los datos y la interpretación ecológica: resultados del análisis de diatomeas.

7.1. Sobre la presentación de los datos

Aquí presentamos todos los datos disponibles para el análisis paleoambiental que comprende el cuerpo principal de la presente tesis y que se presentará en el próximo capítulo. Estos datos incluyen la ubicación de las muestras analizadas, las dataciones radiocarbónicas existentes, la composición de las floras diatomíticas de las muestras y la interpretación de ecológica del medio en el que se desarrollaron. Incluimos, también, la procedencia y características de los otros proxies (a los que nos hemos referido en el capítulo anterior, 6.5.) que serán utilizados para completar y controlar las interpretaciones del capítulo próximo.

El detalle de las abundancias relativas de especies de diatomeas para cada una de las muestras se presentan en las tablas 7.2. y 7.3. y las tendencias ecológicas en los gráficos 7.2, 7.3 y 7.4. Esto lo realizamos con un doble fin. Por un lado, queremos evitar la tediosa lectura de la narración de porcentajes, por lo que en el caso de referirnos a las especies presentes en las muestras sólo lo haremos bajo los criterios de dominantes, co-dominantes, abundantes o escasas. De ser necesario se podrán consultar dichas tablas y gráficos para observar la composición exacta de la flora. Por el otro, consideramos que al presentar estos datos en las tablas resulta más sencilla la observación de las variaciones en las abundancias relativas de las especies. De todas formas, aquellas especies a las que nos referimos como dominantes, co-dominantes o abundantes aparecen gráficamente resaltadas en dichas tablas.

En cuanto a los gráficos creemos que resultarán ilustrativos para observar las tendencias y fluctuaciones en las características ecológicas resultantes del análisis de las biotas, remitiéndonos a ellos también en el siguiente capítulo donde realizamos la interpretación paleoambiental de esta información.

7.2. Ubicación, dataciones y estratigrafía de las muestras analizadas

En las figuras 7.1. y 7.2. se presentan las muestras analizadas en la cabecera de la Quebrada de Lapao Grande, Susques, Jujuy y las correspondientes al Perfil Norte (Margen Izquierda del Río San Antonio de Los Cobres), Ramadas, Salta, en sus respectivos mapas microtopográficos. En el primer caso, L1, L6 y L7 son muestras aisladas (de un único componente estratigráfico) mientras que las de L5 y L9 corresponden a dos perfiles naturales. En L5 se analizaron once muestras que implican la presencia de al menos una muestra por cada facie estratigráfica (ver figura 7.3.). En el caso de L9 solo se analizaron 3 muestras separadas por 15 cm entre cada una de ellas. En el segundo caso, el Perfil Norte (PN) de Ramadas, se analizaron 8 muestras equidistantes correspondiendo R1, R2 y R3 a una diatomita, R5, R6, R7 y R8 a una turbera fósil y finalmente R4 a la interfase entre ambos componentes.

En la tabla 7.1. presentamos las dataciones radiocarbónicas obtenidas hasta el momento, acompañadas de un gráfico (Gráfico 7.1.) con dichas fechas expresadas tanto en años AP como calibradas en años AC.

Finalmente, en las figuras 7.3. y 7.4., se presentan vistas tridimensionales de la cabecera de la Quebrada de Lapao, referenciando las muestras y dataciones en las estratigrafías que las acompañan.

Muestra	Código	Material	Método	Fechas AP	δC^{13}
R5	UGA 8726	Sedimento	AMS	5210 +/- 40	-24,99
L1	LP 1025	Sedimento	LSC	7550 +/- 90	-
L6	UGA 8727	Sedimento	AMS	7750 +/- 40	-27,81
L7	UGA 8728	Sedimento	AMS	8230 +/- 40	-25,28
L5G	LP 981	Sedimento	LSC	7770 +/- 80	-
L5I	LP 1518	Sedimento	LSC	8380 +/- 100	-
L5J	LP 1509	Sedimento	LSC	8560 +/- 90	-

Tabla 7.1. Dataciones en años AP sin calibrar de las muestras analizadas y valores isotópicos disponibles.

Atmospheric data from Stuiver et al. (1998); OxCal v3.8 Bronk Ramsey (2002); cub r:4 sd:12 prob usp[chron]

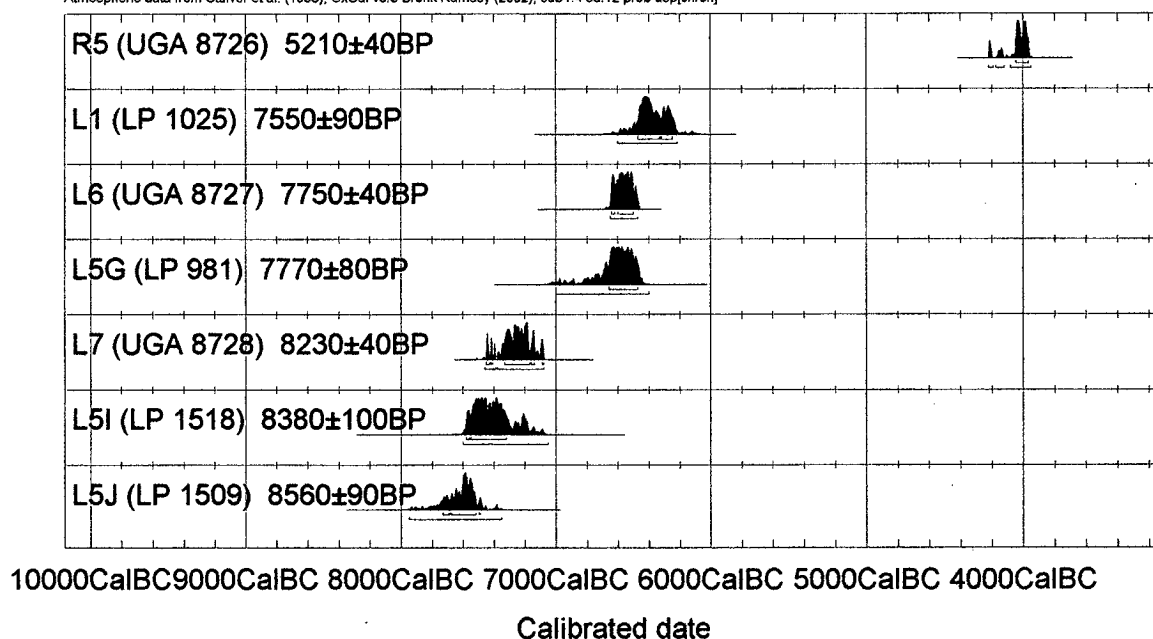


Gráfico 7.1. Presentación gráfica de las dataciones en años AP y en años calibrados AC.

7.3. Características de los perfiles analizados en Quebrada de Lapao

7.3.1. Características generales de las diatomeas del Perfil Lapao 5, Susques, Jujuy

Las muestras han evidenciado la presencia de un total de 49 especies de diatomeas. Los géneros que presentan mayor abundancia de valvas son *Fragilaria spp.* (ver Tabla 7.3.) dominando en 8 de las muestras y co-dominando en 4, *Amphora spp.* (particularmente *A. veneta* y *A. tucumana*) dominando en 3 de las muestras y co-dominando en 2. Dos especies son también cuantitativamente relevantes, *Cocconeis placentula* (Plancha 2.11) y *Cymbella cystula* (Plancha 1.3), co-dominando en 3 muestras cada una de ellas.

Las características generales del ambiente de depositación de estos organismos, según lo indicado por las afinidades ecológicas de los mismos sugieren un ambiente de leve a moderadamente alcalino (pH reconstruido entre 7,64 y 9,14, ver Gráficos 7.2.), húmedo, con presencia de vegetación y una alta disponibilidad de nutrientes. Por otro lado, es evidente, al menos en parte del muestreo, la presencia de un cuerpo de agua. Veamos esta compleja secuencia en detalle.

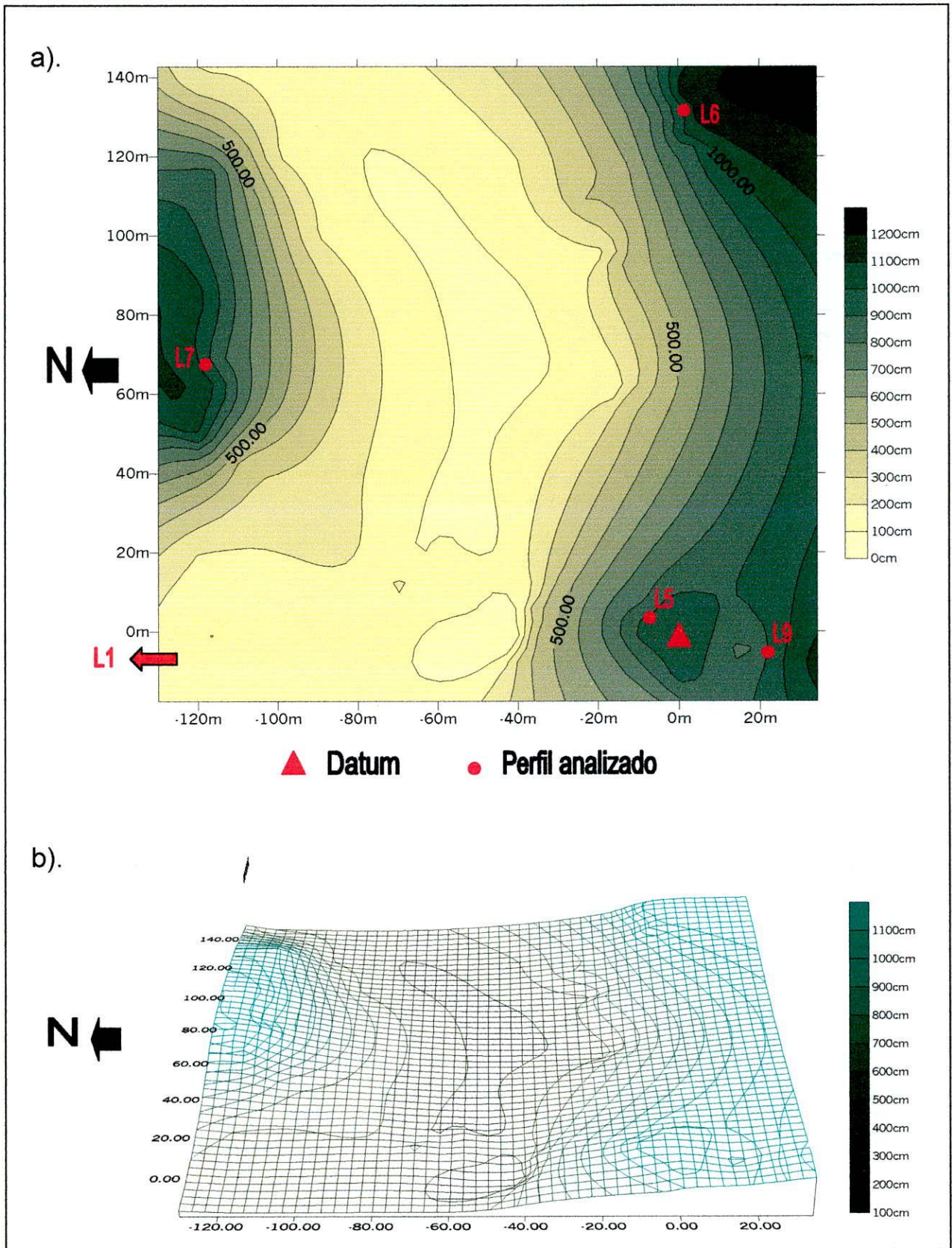


Figura 7.1. Relevamiento microtopográfico (a) y vista tridimensional (b) de la cabecera de la Quebrada de Lapao y emplazamiento de perfiles muestreados para análisis de diatomeas fósiles.

Figura 7.3. Detalle de los Perfiles L5, L9 y la muestra L6, y su emplazamiento tridimensional en la Cabecera de Quebrada Lapao. Se referencian las muestras analizadas y las datadas.

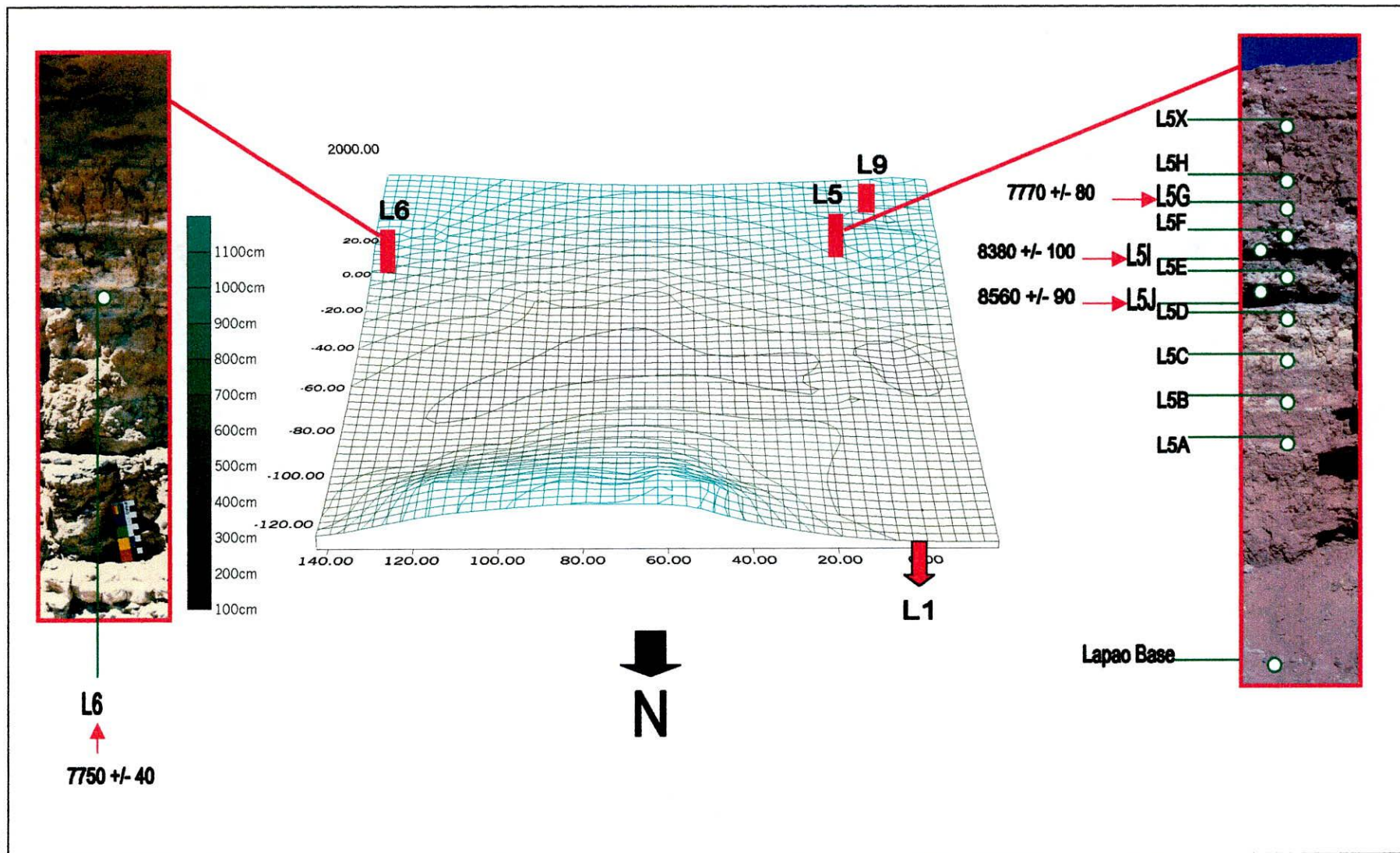
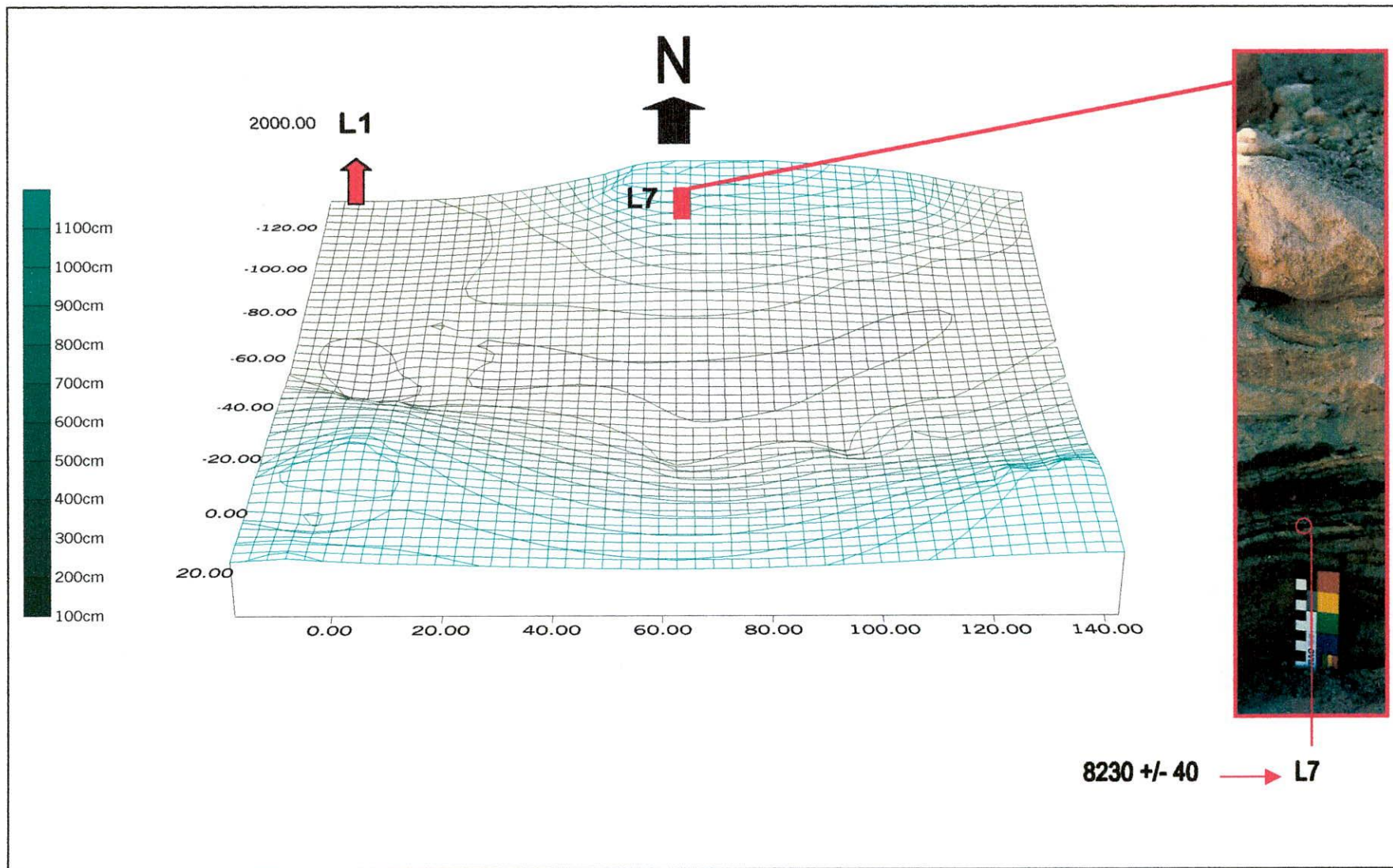


Figura 7. 4. Detalle del Perfil L7 y ubicación de la muestra y de su correspondiente datación radiocarbónica.



7.3.1.1. El perfil L5 en detalle

Este perfil puede dividirse en dos momentos cronológicos y en tres momentos ambientales diferentes. En el primer sentido, la porción inferior del perfil, es decir hasta la muestra L5I datada en 8380 +/- 100 AP, corresponde al Holoceno Temprano, mientras que la porción superior corresponde a la primera parte del Holoceno Medio (ver Gráficos 7.2. y Figura 7.3.). En el segundo sentido, el primer momento ambiental (i.e. hasta la muestra L5J 8560 +/- 90) y el último (i.e. desde la muestra L5G 7770 +/- 80) se presentan como similares, mientras que el intermedio (entre ambas fechas) muestra importantes particularidades (ver Gráficos 7.2.). Veamos esto en detalle.

En el primer momento, la secuencia de resultados comienza sugiriendo la presencia de un ambiente muy poco profundo, posiblemente fangoso y bien vegetado como lo indica la muestra L5A (ver Gráficos 7.2.). Las cuatro muestras subsiguientes (L5B, L5C, L5D hasta L5J) indican condiciones relativamente similares con la salvedad de que comienza a manifestarse un progresivo aumento de la abundancia de agua (según lo sugieren las especies planctónicas) en detrimento de la vegetación, sugiriendo la progresiva consolidación del cuerpo de agua antes sugerido (Gráficos 7.2., Forma de Vida). Hacia la última de estas muestras (L5J, 8560 +/- 90 AP) parece advertirse el comienzo de un incremento mayor en la presencia del agua que se hace evidente en uno de los dos pulsos (L5E y L5F) con mayor valor de especies planctónicas en el perfil. Estas condiciones de alto plano de aguas, la característica central de este segundo momento ambiental, parecen durar hasta la muestra L5G (100 cm), es decir hasta 7770 AP, aunque con fluctuaciones en su interior. En este sentido, parece registrarse un leve pulso de reducción de dicho plano en la muestra L5I (133cm, hacia 8380 +/- 100 AP), aunque en general todo el período sugiere cierta estabilidad ambiental que permitió el desarrollo de suelos. A partir del 7770 +/- 80 AP, es decir el tercer momento ambiental, se registra un fuerte pulso de contracción del cuerpo de agua, posiblemente un fuerte pulso seco, que vuelve a convertir el *locus* en un ambiente litoral, fangoso, muy similar a las condiciones de la muestra inicial (L5B) pero considerablemente más salobre.

Lo sugerido por las afinidades ecológicas sobre salinidad (ver Gráficos) presenta una coherencia muy fuerte con lo inferido anteriormente mediante forma de vida. Las muestras iniciales (230 a 152 cm, hasta 8560 +/- 90) muestran condiciones levemente salobres, pudiendo estar relacionadas a desecaciones periódicas y una consecuente concentración de sales. En las muestras donde el cuerpo de agua parece tener sus picos máximos de desarrollo, es decir el segundo momento ambiental, la salinidad se reduce a sus valores mínimos, hecho sumamente coherente con la posible disolución de sales resultante del *input* de agua que hemos referido. Cabe señalar que existe un débil aumento de especies Polihalobias (alta salinidad) en el pulso que corresponde al déficit en el nivel máximo de aguas (muestra L5I, 8380 +/- 100), que puede sugerir un somero

cuerpo de agua que sufrió un pulso fuerte de desecación. Hacia las muestras finales, después de 7770 AP, se observa la coherencia entre la abrupta reducción del plano de aguas y la consecuente concentración salina.

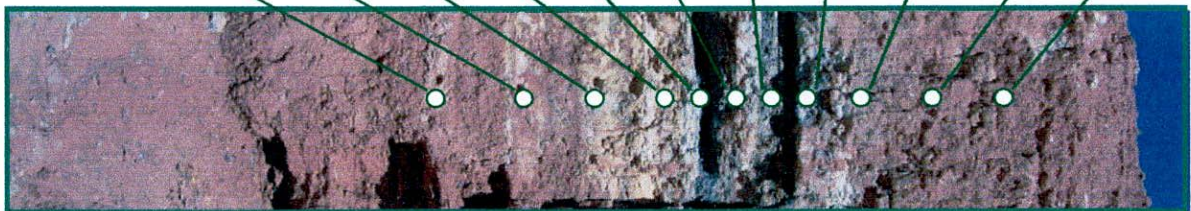
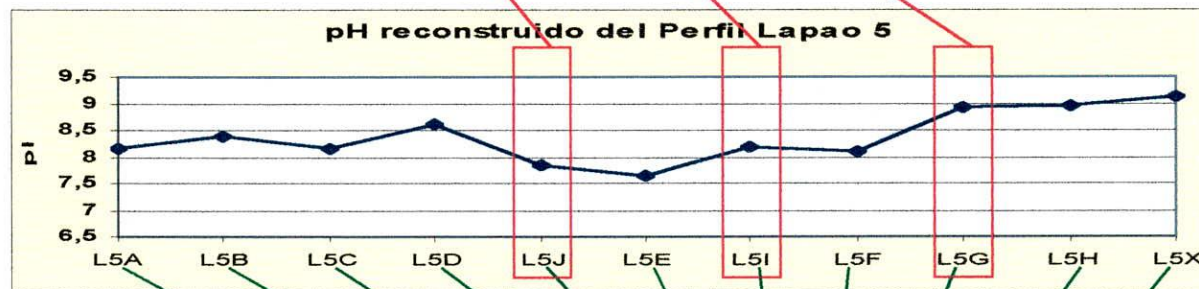
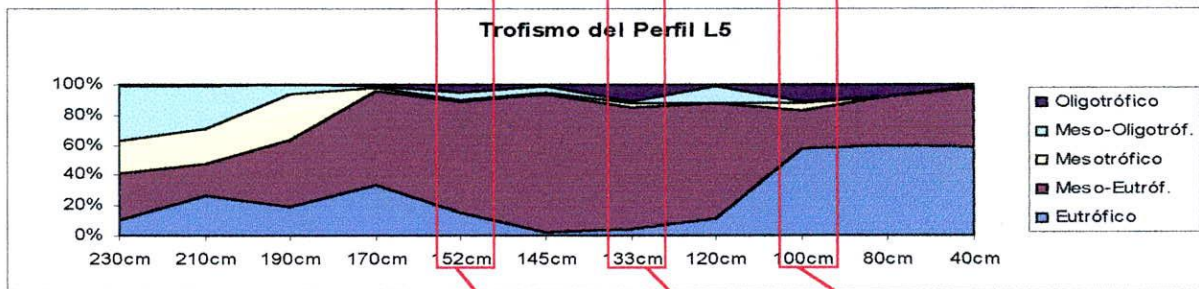
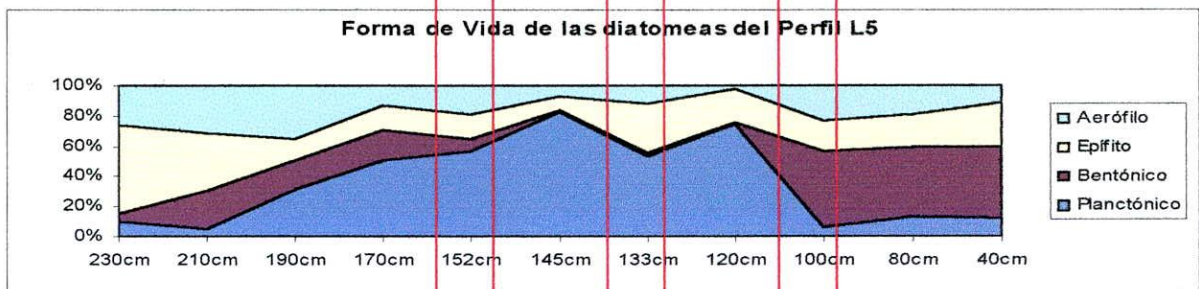
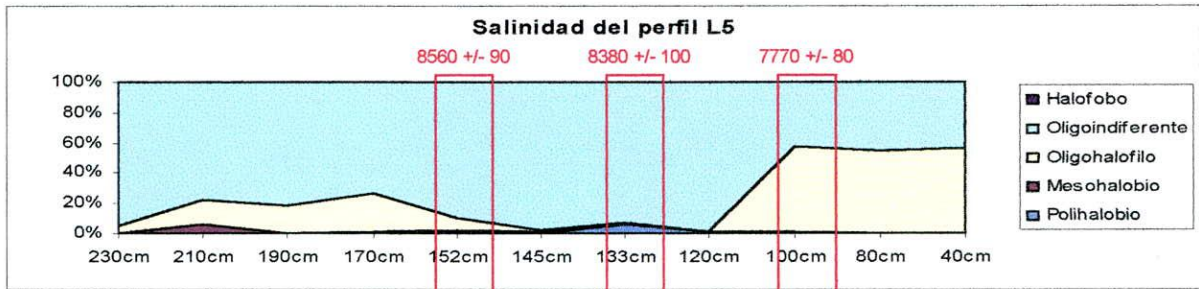
De la misma manera, el pH apunta a las mismas tendencias e inferencias realizadas anteriormente, mostrándose coherentes con los resultados de salinidad. Las primeras cuatro muestras sugieren un pH moderadamente alcalino (pH reconstruido entre 8,15 y 8,61), para luego descender notoriamente al producirse la consolidación del cuerpo de agua, donde el pH se encuentra en valores entre los 7,64 y 8,2. Hacia el final de la secuencia y durante el pulso más salobre se registran pH claramente alcalinos que rondan valores de 9 (ver Gráfico).

En cuanto a la oferta de nutrientes, se observa que la misma está en una clara relación inversa a la cantidad de agua inferida por las afinidades ecológicas. Consecuentemente, sugerimos que la disponibilidad de nutrientes se mantuvo en general constante en su abundancia, con una leve tendencia al aumento, solo que su densidad dependió del volumen de agua presente. Solo hacia las tres muestras finales se verifica un considerable aumento del tenor trófico del ambiente, quizá debido a la rápida concentración de nutrientes resultante de la desecación del inferido cuerpo de agua.

Vale mencionar el hecho de la fuerte presencia de *A. tucumana* en la muestra L5G, con una tendencia negativa en cuanto a su abundancia hacia las dos muestras finales. Este hecho resulta relevante puesto que puede presentar una posible relación estratigráfica con la muestra L6 (la cual se analizará en el siguiente capítulo), implicando a su vez la posibilidad de que pertenezcan a un mismo rango cronológico.

Para finalizar, debemos realizar una aclaración importante. Las especies más importantes que indican los niveles altos del somero cuerpo de agua presente en este *locus* pertenecen a los géneros *Fragilaria sp.* (particularmente *F. construens* var. *venter*) y *Synedra sp.* Si bien tomamos las afinidades ecológicas propuestas por De Wolf (1982) para las especies representantes de estos géneros, sabemos que en muchos casos se ha propuesto que las especies con que nosotros contamos en nuestras muestras son tycoplanctónicas (plantónicas facultativas) o aún epífitas. Al respecto Bennion (1995) ha sugerido que en muchas áreas éstas se han observado tanto en la columna de agua como viviendo de manera epífita. Por esta razón es que consideramos que quizá la abundancia de estas especies se deba a la ventaja adaptativa que le confiere la facultad de ambos modos de vida para la colonización de ambientes someros y sujetos a variaciones como el que hemos sugerido.

Gráficos 7.2. Afinidades ecológicas y valores de pH inferidos, procedencia de muestras y dataciones del Perfil Lapao 5 (L5).



7.3.2. Características de las muestras del perfil Lapao 9, Susques, Jujuy.

Son tres las muestras (L9A, L9B y L9C) tomadas a intervalo regular de 15 cm en este perfil. Dada su ubicación microtopográfica, es clara la posibilidad de que algunas de estas muestras se correspondan estratigráficamente con facies correspondientes al perfil Lapao 5. Con este fin en el capítulo siguiente se evaluará estadísticamente la relación de sus biotas.

En dichas muestras se observa la abundancia de *Fragilaria spp.* dominando en dos de las muestras y co-dominando en una, *Amphora veneta* dominando en la restante, *Cocconeis placentula* co-dominando en dos, y *Epithemia adnata* (Plancha 2.8.) y *Synedra acus* (Plancha 3.17) presentando una abundancia importante en L9B.

Vale la pena desglosar las características de cada una de ellas dado que muestran afinidades notoriamente diferentes, si bien todas muestran tendencias a ambientes moderadamente alcalinos a alcalinos, buena presencia de humedad y vegetación y una alta disponibilidad de nutrientes disueltos (Gráficos 7.4.).

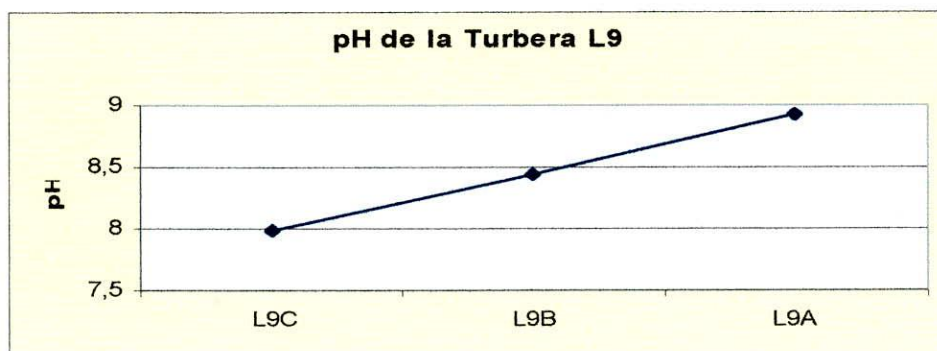
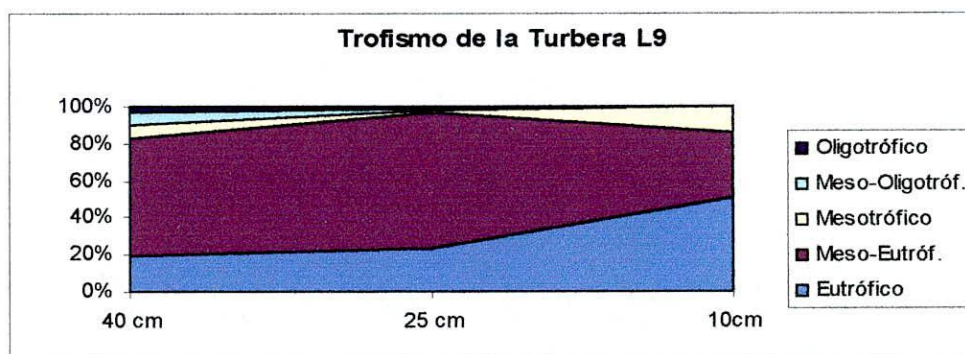
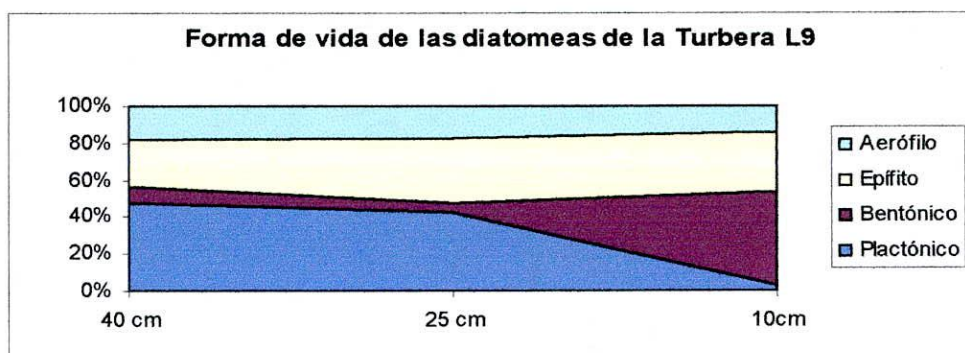
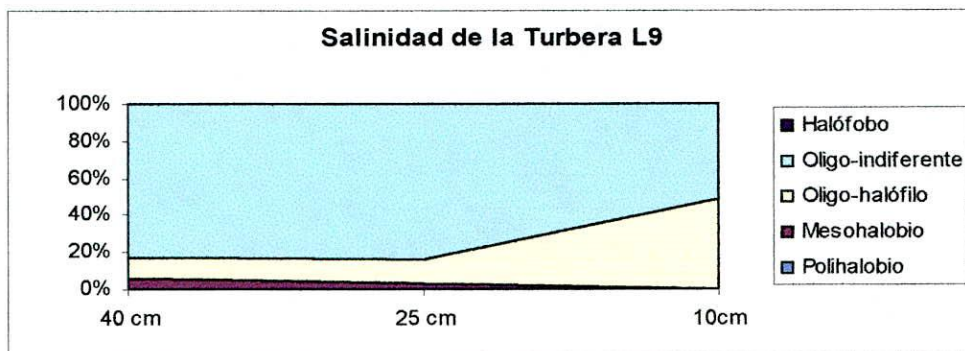
Las muestras sugieren una gradiente progresiva de salinidad hacia la muestra superior (L9A), hecho coherente con los valores reconstruidos de pH: L9C: 7,98, L9B: 8,44, L9A: 8,92. Por otro lado si bien se observa una presencia vegetal considerable en todas ellas, particularmente en L9B y L9A.

En cuanto a la relación general de la forma de vida de las diatomeas, parecieran corresponder a tres momentos diferentes, L9C a un ambiente moderadamente profundo con buena presencia de especies Planctónicas / Ticoplantónicas en relación con el resto de las afinidades ecológicas. L9B correspondería a la presencia de un cuerpo de agua con una abundancia de 38,42% de especies Planctónicas / Ticoplantónicas. En el caso de L9A parece tratarse de un ambiente muy húmedo pero de muy escasa (o nula) profundidad, inclinándonos a pensar en un ambiente lodoso y vegetado. El trofismo sugerido, indica una concentración fuerte de nutrientes en todas las muestras en general y de L9B y L9A en particular, implicando una gradiente creciente.

7.4. Resultados del análisis de diatomeas de las muestras aisladas L1, L6, y L7 de Q. de Lapao

Todas las muestras presentadas en este apartado fueron tomadas de unidades litoestratigráficas aisladas y expuestas en perfiles naturales emplazados en la Quebrada de Lapao Grande, Susques, Jujuy (ver Figura 7.1., 7.3. y 7.4.).

Gráficos 7.4. Afinidades ecológicas y pH reconstruido del Perfil Lapao 9 (L9).



7.4.1. Características de la muestra L7 (8.230 +/- 40)

Fueron determinadas en esta muestra dieciséis especies del orden *Pennales*. La especie dominante para la misma fue *Epithemia adnata* (22,5%) (Ver Anexo I, Plancha 2.8) y las codominantes *Rhopalodia gibberula*, y *Denticula elegans* (15%), *Pinnularia viridis* (9,5%), *Rhopalodia constricta* (8%) (Plancha 2.9), *Nitzschia vitrea* (6%) y *Navicula cincta* (5%).

Epithemia spp. y *Rhopalodia spp.* son usuales cuando existe un déficit de Nitrógeno en los cursos de agua (Stevenson y Pan 1999:22) más aún si son ricas en Fosfatos (Hall y Smol 1999). Particularmente *Rhopalodia gibberula* fue considerada por Fritz *et al.* (1999:53) como una especie salino alcalina usual en momentos de déficit hidrológico.

En esta muestra se pueden observar características generales, como lo sugieren la abundancia de especies epífitas (53,75%) y aerófilas (36,75%) la existencia de bentónicas y la total ausencia de planctónicas, apuntan a un ambiente húmedo o periódicamente inundado con presencia vegetal. Esto permite pensar en un ambiente litoral, más aún si tomamos en cuenta la abundancia de *Rhopalodia gibberula* y *Epithemia argus*, usuales en este tipo de ambientes (González y Maidana 1998; Bradbury *et al.* 2001). Se infiere además una alta disponibilidad de nutrientes (al menos de fosfatos por lo visto anteriormente) y un ambiente levemente salobre y alcalino (pH reconstruido 7,87).

Es posible unir a la evidencia de vegetación el resultado de $\delta^{13}\text{C}$ obtenido para esta muestra. El mismo, muestra una fuerte tendencia hacia plantas del régimen fotosintético C3, con un valor de -25,2 (ver Tabla 7.1.), quizá relacionada a plantas del tipo de las *Cyperaceas* (Yacobaccio y Morales 2004).

Otra información relevante que atañe a esta muestra es la presencia de *Rhopalodia constricta*, especie de ambientes salobres o dulces con alto contenido electrolítico, la cual ha sido relevada en Laguna de los Pozuelos (Jujuy, 3500 msnm.) por Maidana *et al.* (1998).

7.4.2. Características de la muestra L1 (7550 +/- 90 AP)

Dada la falta de gran parte de las afinidades ecológicas de las especies de diatomeas de esta muestra, la información provista por esta muestra no resulta tan precisa como la anterior.

En esta muestra la especie dominante es *Navicula cincta* (40%) y *Diademsis gallica* (17,5%), *Nitzschia frustulum* (16%), *Nitzschia perspicua* (7%) y *Fragilaria brevistriata* (5%) (Plancha 1.4) son las co-dominantes y abundantes respectivamente.

Los resultados obtenidos de las afinidades ecológicas disponibles sugieren ciertas tendencias coherentes, por lo que es factible interpretar esta muestra como proveniente de un ambiente levemente alcalino (pH reconstruido 7,57), muy poco profundo o solo húmedo, con una

buena disponibilidad de nutrientes. La presencia de *Diadsmis gallica* sugiere un ambiente parcialmente sombreado (Maidana com. pers.) como se ha observado en una muestra actual tomada debajo de una planta (Kligmann com. pers.) en la Quebrada de Pintoscayoc, Jujuy.

7.4.3. Características de la muestra L6 (7750 +/- 40 A.P.)

En esta muestra fueron determinadas veintiuna especies, todas pertenecientes al orden de las *Pennales* menos una perteneciente al de la *Centrales*. *Amphora tucumana* (Plancha 2.7) es la especie dominante con el 32%; *Fragilaria construens* (14,5%), *Amphora veneta* (9,5%), *Cocconeis placentula* (8%), *Anomeoneis sphaerophora* (6,5%), *Hantzschia amphioxys* (6%), *Navicula cincta* (5,5%) son las co-dominantes y abundantes respectivamente.

Si bien esta muestra posee algunos problemas derivados del desconocimiento de las afinidades ecológicas de la especie dominante *A. tucumana*, ha brindado resultados sumamente interesantes por la sola presencia de la misma y la alta abundancia de especies planctónicas (16,5%). La alta frecuencia de valvas de especies con esta afinidad ecológica sugiere la existencia de un cuerpo de agua posiblemente léntico. Por otro lado, sugerimos que el ambiente de depositación contó con una alta disponibilidad de nutrientes, dado el resultado de la suma de especies Eutróficas, Meso-eutróficas y Mesotróficas (62%), una leve a moderada alcalinidad (pH reconstruido 8,23), un tenor levemente salino y una posible presencia vegetal (tanto periférica como acuática dadas las características del ambiente).

Como mencionamos al principio, la sola presencia de *Amphora tucumana* hace a esta muestra interesante. Esta especie ha sido determinada recientemente por Herbst y Maidana (1988, Maidana y Herbst 1989) en los sedimentos provenientes de una laguna somera (Laguna Nostra, Cumbres Calchaquíes, provincia de Tucumán, 4300 msnm.).

Se ha realizado solo una única mención previa de esta especie (denominándola *Amphora platensis* Freng.) en el trabajo de Servant-Vildary y Blanco (1984). Esta publicación establecía la presencia de esta especie en la Formación Charaña (Altiplano Boliviano 4000 – 5000 msnl.), con una datación entre 0.8 y 2.2 millones de años, estando presente solo hasta el Pleistoceno Medio para luego desaparecer (Herbst y Maidana 1988). Al presentarse esta especie en Laguna Nostra, y más recientemente (Maidana et al. 1998) en Laguna de los Pozuelos, Jujuy, Argentina, se ha extendido el rango cronológico hasta el presente. Más aún, nuestra mención de *A. tucumana* en la localidad de Susques, tanto en esta muestra como en tres muestras pertenecientes al perfil L5, podemos asegurar que la misma estaba presente en el Holoceno Medio en esta región. Cabe señalar, que esta es la cuarta vez que se encuentra esta especie en el país y la segunda en conjuntos fósiles en el mundo.

7.4.3.1. Los gasterópodos de L6

La evidencia proveniente del análisis de los gasterópodos, hallados en esta misma muestra, parecen reforzar las inferencias paleoecológicas sobre la existencia de un cuerpo de agua y sus características. La especie hallada ha sido determinada como *Biomphalaria peregrina* (*Planorbidae*) (Cardillo MS) (Plancha 1., 1). Las afinidades ecológicas y biológicas obtenidas de Rumi (1991) sugieren una fuerte concordancia entre éstas y los resultados provistos por las diatomeas. Esta especie de gasterópodos ampliamente difundido en Argentina, habita y se reproduce sobre Macrófitas, prefiriendo ambientes de baja o media energía. Prefiere, asimismo, ambientes con pH neutro o levemente alcalino, carbonatados y levemente salobres.

7.5. Características de las muestras del Perfil Norte, Ramadas, Salta.

Como hemos dicho anteriormente, ocho muestras del segmento inferior del perfil emplazado en la margen izquierda del río San Antonio de los Cobres, a 11 km de la ciudad homónima, fueron tomadas a intervalos regulares de 8cm.

El género con mayor representación en estas muestras es nuevamente el de las *Fragilarias*, poseyendo especies dominantes en todas las muestras y co-dominantes en cuatro de ellas. Otras especies importantes son *Cocconeis placentula* (co-dominantes en tres muestras) y *Rhopalodia gibberula* (co-dominante en una y con alta frecuencia en otras tres, Plancha 2.13). Entre las especies que merecen mención por su abundancia se encuentran *Navicula lauca aff. cincta*, *Denticula elegans* y *Nitzschia hungarica*. En total, en esta muestra, se han determinado taxonómicamente 71 especies de diatomeas.

Las afinidades ecológicas de las diatomeas fósiles de estas muestras sugieren para el perfil en general un ambiente altamente estable y levemente alcalino (pH reconstruido entre 7,4 y 8, ver Gráfico 7.3.) con una importante presencia vegetal y una amplia disponibilidad de nutrientes disueltos aunque en menor medida que en el caso de Lapao 5. Como en el caso anterior, y debido a la importancia de estos dos primeros perfiles en nuestro análisis, debemos detenernos aquí para analizar en detalle las características de este perfil.

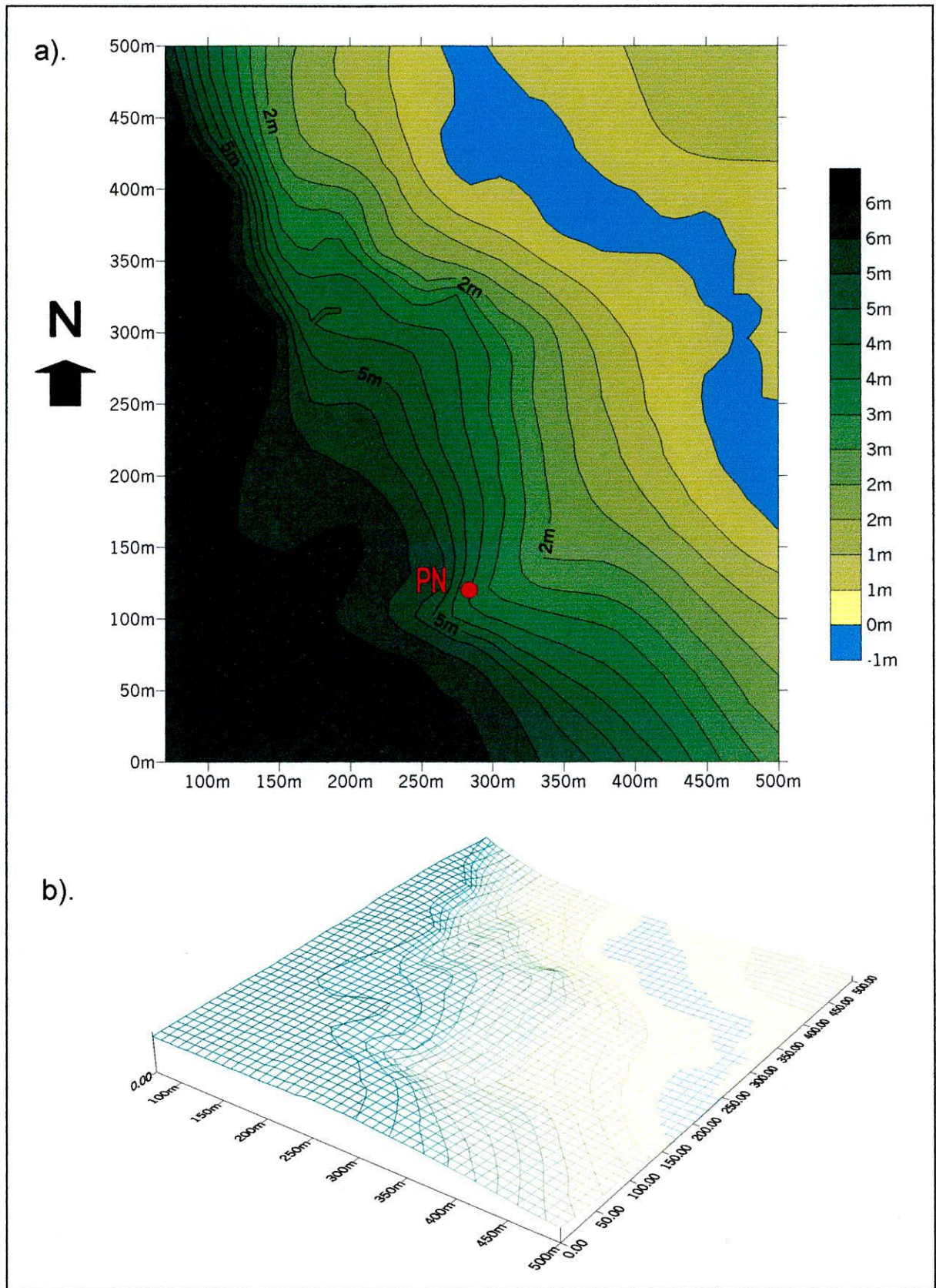
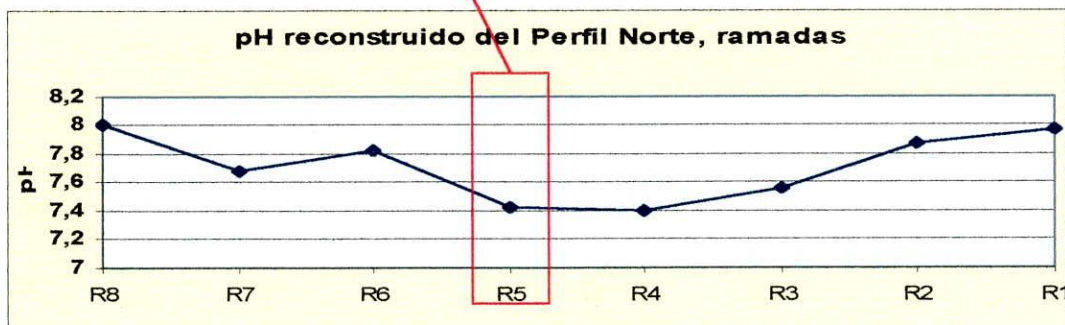
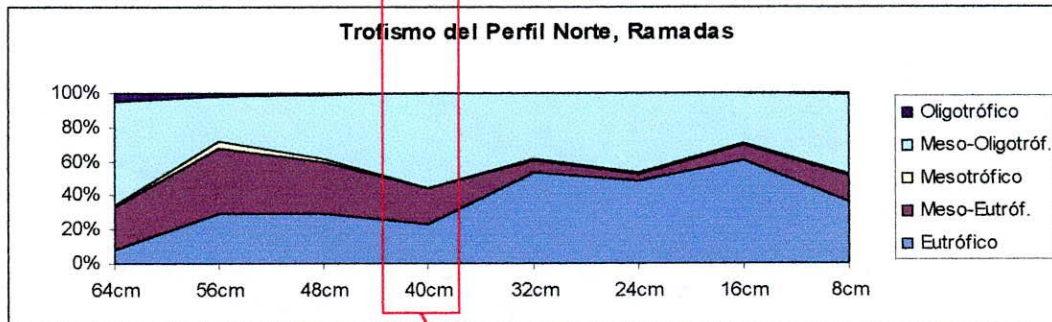
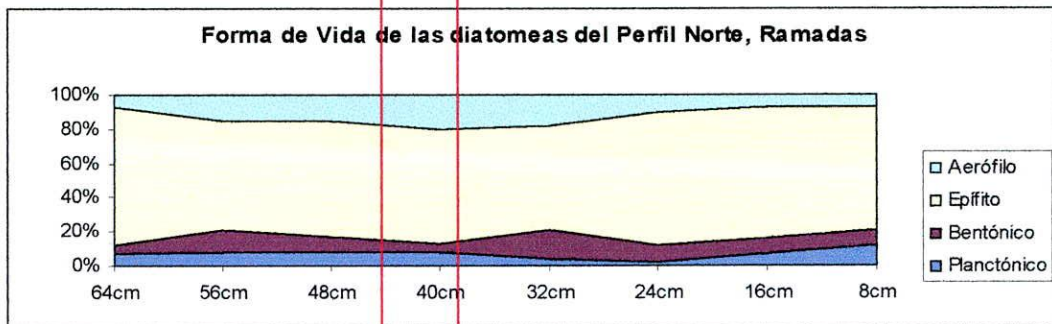
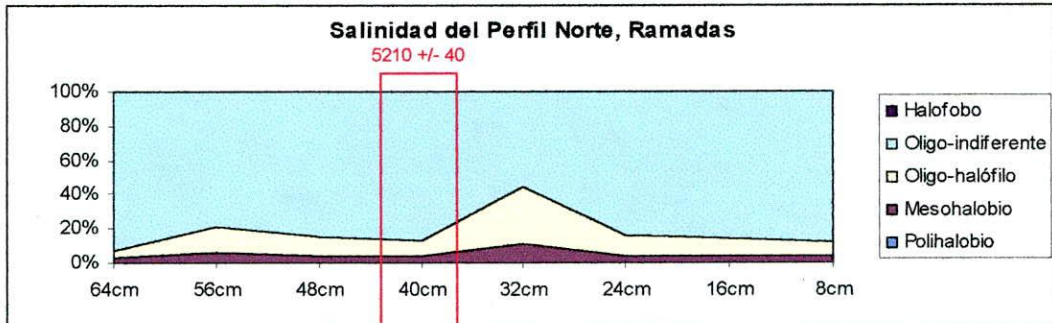


Figura 7.2. Relevamiento microtopográfico (a) y vista tridimensional (b) de Ramadas en la cuenca del Río San Antonio de los Cobres y Emplazamiento del Perfil Norte muestreado para el análisis de diatomeas fósiles.

Gráficos 7.3. Afinidades ecológicas y pH reconstruido del Perfil Norte, Ramadas.



7.5.1. El Perfil Norte de Ramadas en detalle.

Lo primero que llama la atención de este perfil es la estabilidad de las afinidades ecológicas presentes a lo largo del perfil, a pesar del cambio de las especies dominantes y co-dominantes y del cambio estratigráfico, tanto antes como después del 5210 +/- 40 AP. Esto es particularmente notorio en cuanto a las afinidades ecológicas de salinidad y forma de vida (ver Tabla 7.2. y Gráficos). Analicemos cada una de las afinidades.

La salinidad sólo registra un sutil cambio en la muestra R4, muestra correspondiente a la interfase entre la turbera y la diatomita.

En cuanto a la forma de vida, dado que las abundancias relativas se mantienen particularmente estables, es posible caracterizar todo el perfil como un ambiente húmedo, muy poco profundo, posiblemente un ambiente lodoso parcial y/o periódicamente encharcado, con una muy importante presencia vegetal. Solo en las muestras R4 y R3 (32cm y 24cm) se observa la posibilidad de una leve desecación de este ambiente, luego de este momento recupera su humedad habitual en la muestra R2 con tendencia creciente. Un detalle que merece mención es que según lo que se observa en el gráfico de salinidad (Gráficos 7.3.) existe a lo largo del perfil una presencia de especies salobres (Oligo-halófilas y Mesohalobias) constante, siendo este punto el que sugiere, como hemos dicho líneas arriba, posibles períodos más secos que impliquen concentración de sales. Esto podría indicar un régimen periódico de encharcamiento y desecación de la superficie.

La variable que denota un gradiente creciente importante es la disponibilidad de nutrientes (trofismo). En este sentido, si bien durante las cuatro primeras muestras (R8 a R5 inclusive, correspondientes a la turbera y antes de 5210 AP) se mantiene una tendencia relativamente constante de buena disponibilidad de nutrientes (al menos de Fosfatos, dado que la abundancia relativa de *Rhopalodia gibberula* podría indicar ambientes pobres en Nitrógeno), durante las tres muestras siguientes presenta un considerable aumento estable del tenor trófico. Solo para la muestra R1 parecen solubilizarse levemente los nutrientes en una mayor presencia de agua, como se observa en la reducción de especies Eutróficas y Meso-eutróficas junto con el leve incremento de las especies planctónicas.

Los resultados obtenidos de pH (ver Gráficos 7.3.) parecen coherentes con lo dicho anteriormente. Dada la escasa cantidad de agua presente, las modificaciones de pH son muy tenues. En este sentido, si bien los valores bajan levemente en el período que hemos inferido que decrece la humedad (R4 y R3, después de 5210 +/- 40), los valores de pH vuelven a aumentar a partir de R2 coincidiendo con el aumento de humedad / presencia de agua superficial implicando tanto, nuevas concentraciones periódicas de sales, como de nutrientes (ver Gráficos 7.3.).

En resumen, podemos inferir que el ambiente correspondiente a este perfil se corresponde con un ambiente lodoso, parcial o periódicamente encharcado y con abundante vegetación, que sufrió un pulso de desecación después del 5210 B.P, pero que presenta, en general, una gran estabilidad. Con posterioridad al citado pulso seco, parece existir una recuperación de la humedad del ambiente con una gradiente creciente.

Tabla 7.2. Abundancia porcentual de especies por muestra en el Perfil Norte, Ramadas, Salta

Especies	R8 64	R7 56	R6 48	R5 40	R4 32	R3 24	R2 16	R1 8
<i>Achnantes coarctata</i>	0	0	0,84	2,53	0	0	0	0
<i>Achnantes delicatula</i>	0,6	0,51	0	0	0	0	0	0
<i>Achnantes lanceolata</i>	0,3	1,53	0,56	0	0,23	0,2	0	0,72
<i>Achnantes saxonica</i>	0	0	0,56	0	0	0	0	0
<i>Amphora lybica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,24
<i>Amphora ovalis</i>	0,9	0,25	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora veneta</i>	0,6	0	1,69	0	2,11	0,41	0,63	1,43
<i>Anomeoneis spaerophora</i>	0	0	0	0	0	0	0,21	0,48
<i>Cocconeis placentula</i>	12,31	16,32	15,82	7,59	0,47	0	0,84	0,48
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0,3	0,76	0,28	0	0,47	0	1,26	0
<i>Cymbella cistula</i>	0,3	0,76	0,84	0	0	0	0	0,24
<i>Cymbella ventricosa?</i>	0	0	0	0	0	1,24	0,21	0
<i>Denticula elegans</i>	2,1	6,37	3,95	8,86	7,74	0	1,89	1,67
<i>Denticula kuetzingii</i>	0	0,25	0	2,53	0	0,41	1,26	0,48
<i>Diadsmis gallica</i>	0	0,76	0,56	0	0	0	0	0
<i>Diatoma hyemalis</i>	0	0,25	0	0	0	0	0	0
<i>Diploneis ovalis</i>	0,3	0,51	1,13	3,79	0,23	0	0,42	0,24
<i>Ecyonema rumrichae</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Encyonema chilense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,48
<i>Ephitemia argus</i>	0,3	0,76	0,56	0	0	0	0,42	1,43
<i>Epithemia adnata</i>	2,4	1,02	1,13	0	0	0	0,21	0,72
<i>Fallacia pygmae</i>	0	0	0	0	0	0	0,21	0
<i>Fragilaria brevistriata</i>	5,4	17,09	24,85	39,25	17,84	31,26	24,16	34,29
<i>Fragilaria capucina</i>	48,04	0	2,82	0	0	0	4,83	2,63
<i>Fragilaria construens</i>	2,4	2,5	3,95	5,06	1,17	1,45	3,57	8,39
<i>Fragilaria pinnata</i>	0,9	7,9	9,04	10,12	8,68	23,39	33,19	21,1
<i>Fragilaria subsalina</i>	0	0	1,13	0	0,47	0,2	0,63	4,31
<i>Gomphonema angustatum</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	2,4	0,51	0,28	0	0	0,41	0	0,96
<i>Hantzschia amphioxys</i>	0	0,76	1,69	1,26	0	0,41	0	1,2
<i>Hippodonta capitata</i>	0	0	0	0	0	0,41	0,42	0
<i>Luticola mutica</i>	0,3	1,02	1,41	1,26	0	0	0,21	0
<i>Luticola nivalis</i>	0	0	0,28	0	0	0	0	0
<i>Mastogloia elliptica</i>	0	0,76	0	0	0	0,41	0	0
<i>Navicula altiplanensis</i>	0	0	0	0	0	1,45	0	0

Referencias Tabla 7.2. y 7.3.

10 Dominantes

10 Co-dominantes

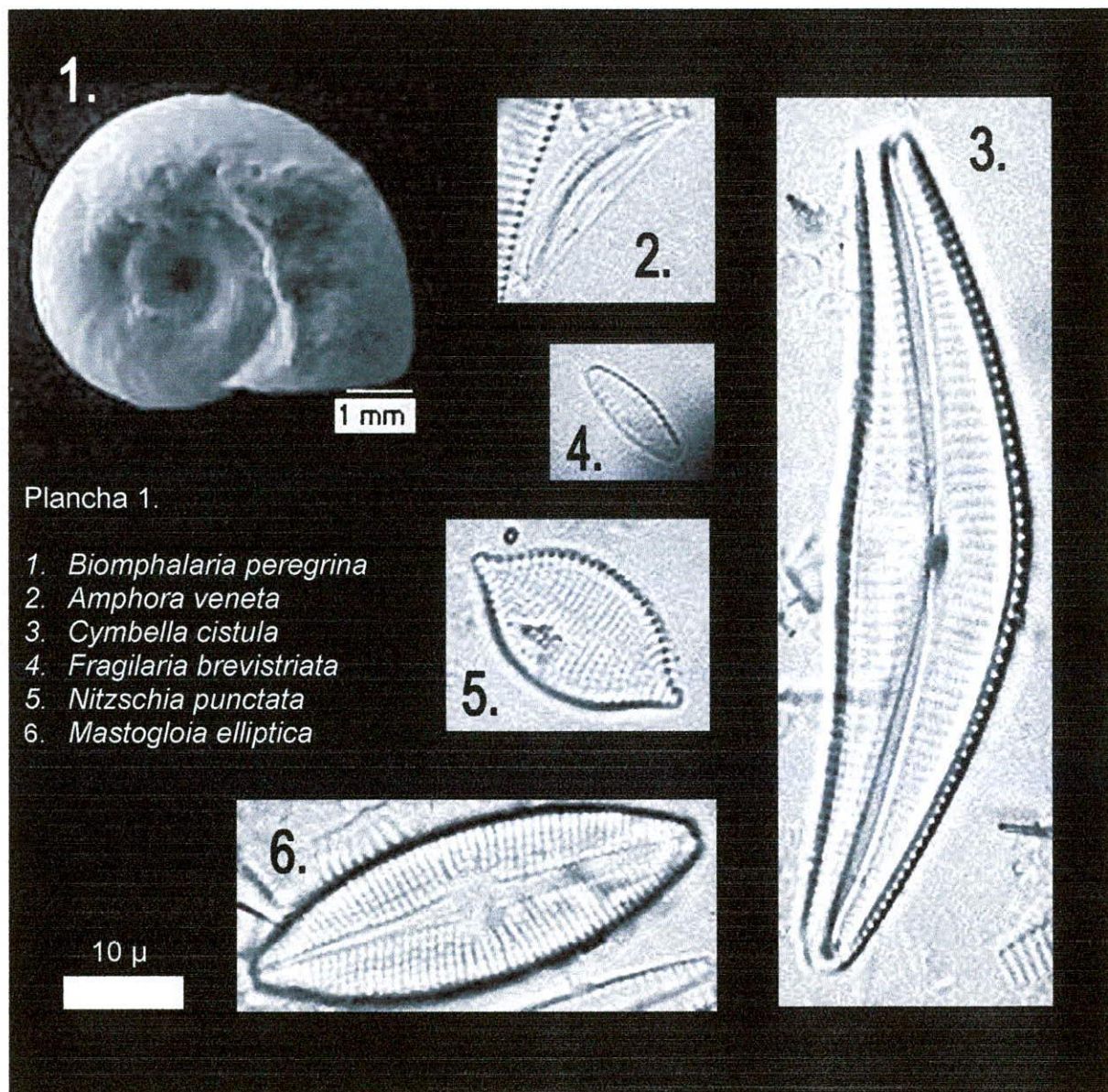
10 Abundantes

<i>Navicula cincta</i>	0	0	0	0	0	1,45	1,26	0,72
<i>Navicula cryptocephala</i>	0	0	0	0	0,47	0	0	0
<i>Navicula lauca aff. cincta</i>	3,3	5,61	4,23	1,26	9,39	8,28	6,93	3,11
<i>Navicula lohmanii aff. cincta</i>	0	0	0	0	0,23	0	0	0
<i>Navicula parinacota</i>	0,3	0	2,54	0	7,27	9,1	1,47	0
<i>Navicula peregrina</i>	0,6	1,27	0,84	1,26	0	0,2	0	1,91
<i>Navicula pupula</i>	0	0,76	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula radiosa</i>	0	1,02	0	0	0	1,03	0,42	0
<i>Nitzschia amphibia</i>	0,9	0,76	1,97	1,26	5,86	2,07	0,63	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	0	2,04	1,13	0	1,87	0,82	0	0,96
<i>Nitzschia gracilis ?</i>	0	0	0	0	0,23	0	0	0
<i>Nitzschia haloyii?</i>	0	0	0	0	0	0,2	0	0
<i>Nitzschia hungarica</i>	0	1,78	1,13	2,53	3,28	4,34	3,57	1,2
<i>Nitzschia linearis ?</i>	2,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia palacea</i>	0	0	0	0	0	0	0,21	0
<i>Nitzschia palea</i>	0	0,51	0,84	0	0,47	3,1	1,68	0,48
<i>Nitzschia perspicua</i>	0,6	0	0	0	0,7	0	0	0
<i>Nitzschia punctata</i>	0	0	0,56	0	0,47	0,62	2,31	0
<i>Nitzschia pusilla</i>	0,3	0,51	0	0	0,47	0,41	0,42	0
<i>Nitzschia valdecostata</i>	0	0	0	0	0	3,1	0	1,67
<i>Nitzschia vitrea</i>	0	0,51	1,13	0	5,4	0	0	0,48
<i>Pinnularia borealis</i>	0	0,25	0	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia brebissonii</i>	0,9	3,06	1,97	1,26	0,7	0,2	0,63	0,96
<i>Pinnularia viridis</i>	0	0	0,56	0	0,23	0	0	0,24
<i>Rhopalodia constricta</i>	0	0	0	0	3,28	2,1	0,84	0,48
<i>Rhopalodia gibba</i>	1,8	2,29	1,13	0	0	0	0	0,48
<i>Rhopalodia gibberula</i>	2,7	8,16	4,23	5,06	19,01	2,07	1,47	2,15
<i>Stausosira laucensis vulpina</i>	0	0,51	0	0	0	0	0	0
<i>Stauroneis atacamae</i>	0	0	0	0	0	0,2	0,21	0
<i>Stausosira pseudoconstruens</i>	0	0	0	0	0	0,2	0	0
<i>Stephanodiscus dubius ?</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,48
<i>Surirella ovalis</i>	0	0,25	0	0	0	0	0	0
<i>Surirella ovata</i>	0	0,25	0	0	0	0	0	0
<i>Synedra acus</i>	2,1	2,8	1,97	2,53	1,17	0,2	1,47	1,43
<i>Synedra tabulata</i>	1,8	2,04	1,41	2,53	0,23	0	0,42	0,72
<i>Synedra ulna</i>	1,8	1,02	0,84	0	0,23	0	0	0,72

Tabla 7.3. Abundancia porcentual de especies por muestra en la Quebrada de Lapao, Susques, Jujuy (Incluye Pefiles L5 y L9, muestras L1, L6 y L7).

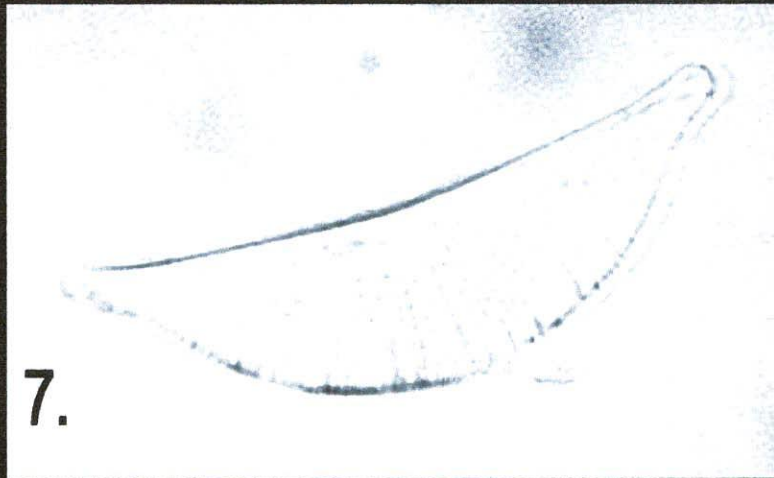
Especies	L5A 230	L5B 210	L5C 190	L5D 170	L5J 152	L5E 145	L5I 133	L5F 120	L5G 100	L5H 80	L5X 40	L9A 10	L9B 25	L9C 40	L67	L61	L66
<i>Achnantes delicatula</i>	0	0	0	0,72	6,7	4,74	2,72	0	0,72	0,81	0,94	0	0,69	2,56	0	0	0
<i>Achnantes exigua</i>	0	0	0	0	0	0,59	0	0	0,48	0	0	0	0,26	0	0	2	0
<i>Achnantes lanceolata</i>	0	0	0	0	0	0	0,54	0	0	0	0,71	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora coffeaformis</i>	0	0	0	0,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora lybica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora pediculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Amphora tucumana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20,63	4,62	0,94	0,24	0	0	0	0	32
<i>Amphora veneta</i>	2,44	10,5	3,08	10,68	0	0,59	0,27	0,82	27,91	35,05	41,37	42,58	2,77	1,06	1	0,75	9,5
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	0	0	0	0	1,98	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0,85	0	0	6,5
<i>Caloneis silicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	17,12	11	2,31	5,34	0,99	2,67	7,35	0,82	12,13	11,14	23,64	29,92	10,18	2,35	0	0,25	8
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
<i>Cymbella affinis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Cymbella cistula</i>	18,75	19,25	23,13	0,7	0	0,89	1,36	0,55	3,88	0	0,47	7,78	0	1,28	0	0	0,5
<i>Denticula elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,92	0	15	0,75	0,5
<i>Denticula kuetzingii</i>	0	0	0	4,36	0	0,29	0,81	0	0	0,27	0,94	0	0,46	0	0	0	0
<i>Diadesmis gallica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5	0
<i>Ephitemia argus</i>	1,08	0	0	0	1,74	0,29	4,63	0	0	0,81	0,71	0	5,55	0	4,5	0	1,5
<i>Ephitemia adnata</i>	1,08	1	0	0,96	2,23	0	7,35	1,37	0,72	4,89	0,94	0	9,26	1,49	22,5	0	0
<i>Ephitemia turgida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,77	0	1	0	0
<i>Fragilaria brevistriata</i>	32,06	25,25	5,14	0,72	2,97	3,26	1,09	10,19	0,72	0	0	0	0,92	2,77	0	5	0
<i>Fragilaria capucina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria construens</i>	5,43	0,5	24,68	30,82	32	69,73	30,79	65,29	0,72	1,04	0,94	2,67	23,84	16,88	0	0	14,5
<i>Fragilaria pinnata</i>	0	0	0,25	4,61	0	0	0	8,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria subsalina</i>	8,69	3	2,83	5,34	38,95	9,79	14,98	3,03	0,24	0,27	1,18	0	6,94	51,71	0	0	0
<i>Gomphonema angustatum</i>	0	0	0	0	0	0	1,36	0	1,21	0,27	0,94	0,24	0,46	2,35	0	0	1,5
<i>Gomphonema constrictum</i>	0	0	0	0	0	0	1,9	0	0	4,07	0	0	0,92	1,06	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	2,44	2,25	2,05	1,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hantzschia amphioxys</i>	0	0	0	0,24	1,48	0	0	0	0,24	0,27	0,71	0	1,62	0,85	2	4	6
<i>Melosira distans ?</i>	0	0	0	0	0	0	4,89	0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula cincta</i>	0	0,25	0	4,61	2,73	0	0,54	0	12,62	10,87	7,56	2,92	8,1	2,99	5	40	5,5
<i>Navicula cuspidata</i>	0	0,5	4,1	0,72	0,49	0,29	0,54	0,27	0	0,81	0	0,48	0,46	0	0	0	4

<i>Navicula halophila</i>	0	0	0	0	0	0	0,27	0	0	0,27	0	0	0,69	0	0	0	0
<i>Navicula lanceolata ?</i>	0	0	0	0	2,73	0,29	0,27	0	0,72	0,27	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula lauca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula parinacota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula peregrina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0,42	0	0	0
<i>Navicula pupula</i>	0	2,25	0,77	0,24	0,24	0	0	0	0	0	0	4,86	0,23	1,92	0	0	0
<i>Navicula radiosa</i>	0	0	0	0	0	0	0,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula schadei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nitzschia socialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia amphibia</i>	0,81	1	0,25	0,48	0,24	0,29	2,16	0	0	0	0	0	2,54	2,13	0	0	0
<i>Nitzschia dissipata</i>	0	0	0,77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	1,9	5	11,05	2,67	0	0	0	0	1,94	2,71	2,83	0,48	0	0,21	0	16	0
<i>Nitzschia hungarica</i>	0,54	0	0,25	0	0	0	0	0	0	2,17	0	0	0,69	0	0	0	0
<i>Nitzschia linearis?</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7,03	1,9	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia ovalis</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia palacea</i>	0,81	0	2,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	3,53	7,5	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	2,19	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia perspicua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,07	1,94	0	0	0	7	0
<i>Nitzschia pusilla</i>	0	0	14,65	10,92	0	0,29	0,27	0	3,64	5,16	2,36	2,67	1,38	1,92	0	0	0
<i>Nitzschia subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Nitzschia vitrea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	6	1	1,5
<i>Pinnularia borealis</i>	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0	0,25	0	2
<i>Pinnularia brebissonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pinnularia microstauron</i>	0	0	0	0	0,24	0	0,54	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0,5
<i>Pinnularia viridis</i>	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0	9,5	0	0
<i>Rhopalodia constricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0	8	2	0
<i>Rhopalodia gibba</i>	0	0	0	0	0,24	0	0,27	0	0	1,9	0	0	0,46	0	0	0	0
<i>Rhopalodia gibberula</i>	0	0	0	0	0,49	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0	16,5	1	0
<i>Rhopalodia paralella</i>	0	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0,46	0	0,25	0	0
<i>Surirella ovalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Surirella striatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Synedra acus</i>	0,27	2,25	0	3,64	0,24	2,07	8,44	1,37	1,7	6,79	8,51	0,24	11,34	3,84	0	0	0
<i>Synedra rumpens</i>	0	0	0	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synedra tabulata</i>	0	0	0	0	0,99	0,89	0	0	0	0	0	0	0,46	0	0	0	0
<i>Synedra ulna</i>	2,99	2,5	2,05	0,72	1,98	2,07	6	6,06	1,94	3,53	1,18	0,24	3,24	1,28	0	0	0,5

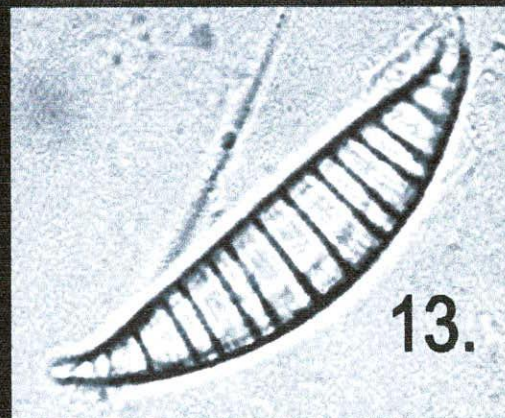
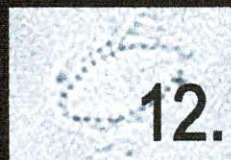
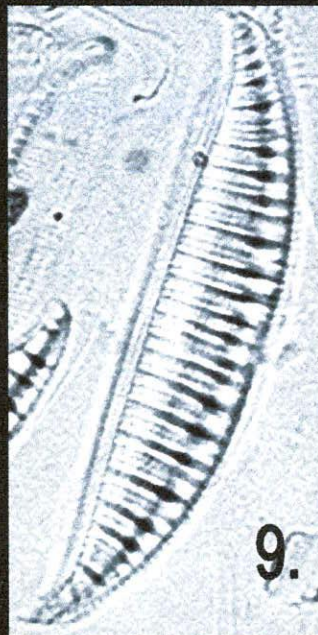


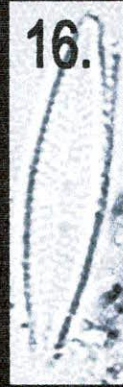
Plancha 1, 2 y 3. Especies de diatomeas (y un gasterópodo, nro. 1) determinados en las muestras analizadas.

Plancha. 2

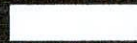


- 7. *Amphora tucumana* nov. sp.
- 8. *Epithermia adnata*
- 9. *Rhopalodia constricta*
- 10. *Denticula elegans*
- 11. *Cocconeis placentula*
- 12. *Fragilaria construens* var. *venter*.
- 13. *Rhopalodia gibberula*





10 μ



Plancha 3.

- 14. *Pinnularia viridis*
- 15. *Pinnularia brebissonii*
- 16. *Navicula lauca* nov. sp.
- 17. *Synedra acus*
- 18. *Gomphonema constrictum*
- 19. *Navicula parinacota* nov. sp.

Capítulo

8

Atando cabos: Interpretación paleoambiental de las localidades estudiadas y sus relaciones con la información paleoambiental previa para el área en otras escalas.

8.1. Sobre la estructura de este capítulo.

Este capítulo se divide en dos partes. La primera de ellas se orienta a revisar y vincular los datos generados hasta el momento en esta tesis, comprendiendo los apartados 8.2. y 8.3.. Una vez que contemos con una visión completa y detallada de las condiciones paleoambientales de las localidades estudiadas, comenzaremos con la segunda parte que implicará la búsqueda de relaciones entre dichas condiciones y la información paleoambiental que hemos citado en el capítulo 4 de este volumen.

Así, comenzamos con un resumen general de la información obtenida del análisis realizado en el capítulo anterior (apartado 8.2.), vinculando la información generada en cada uno de los *locus* (apartado 8.3.) para proponer un escenario completo que explique dichos resultados (apartado 8.4.). Esto se realizará fundamentalmente mediante una comparación estadística entre las biotas y completando estas ideas con el resto de la información disponible (i.e. dataciones radiocarbónicas, isótopos estables, gasterópodos y geomorfología).

La parte final de este capítulo (apartados 8.5. y 8.6.) se dedica a discutir la información generada en esta tesis en el marco de la información proveniente de estudios que han utilizado otros *proxies* (i.e. núcleos de hielo, polen, niveles de lagos) en el área andina y de las expectativas teóricas propuestas en el capítulo 4 en cuanto a condiciones climáticas y ambientales según sus regímenes.

8.2. Resumen de los resultados obtenidos para los loci muestreados

8.2.1. Sobre las muestras provenientes de la Quebrada de Lapao, Susques, Jujuy.

8.2.1.1. El perfil Lapao 5

Como hemos sugerido en el capítulo anterior este *locus* presenta un registro ambiental que nos permite inferir las condiciones dominantes en esta quebrada durante el Holoceno Temprano y probablemente los primeros mil años del Holoceno Medio. En este período hemos aislado tres momentos ambientalmente diferentes, aunque en promedio todos sugieren una humedad mucho mayor que la actual para la cabecera de la quebrada.

El primer momento se extiende hasta el 8500 AP aprox. y se caracteriza por un ambiente profusamente vegetado, lodoso, bien regado y con una tendencia a volverse cada vez más húmedo.

El segundo momento está comprendido entre el final del Holoceno Temprano y el comienzo del Holoceno Medio, entre el 8500 y el 7700 AP aprox. Su principal carácter lo confiere la presencia de un somero cuerpo de agua posiblemente enmarcado por vegetación periférica. Esto se infiere a partir de la evidencia sobre la presencia de una posible faja litoral vegetada en el pulso de contracción de este cuerpo alrededor del 8.300 AP. Quizás el perfil Lapao 9 nos de más evidencias al respecto, por lo tanto retomaremos este tema después de evaluar la relación entre ambos perfiles.

El último momento se caracteriza por una vuelta a condiciones similares a las existentes en el primer momento, aunque quizás levemente más húmedas después del 7700 AP y que - si asumimos una tasa de depositación más o menos constante - se extendería con seguridad hasta el 7000 AP aproximadamente.

8.2.1.2. El perfil Lapao 9

La información ambiental provista por este pequeño perfil nos permite sospechar fuertemente una relación entre éste y Lapao 5. Las tres muestras analizadas de esta secuencia parecen corresponder a tres momentos ambientalmente diferentes que tienen su contraparte en el citado perfil vecino. Las dos muestras inferiores podrían corresponderse con el segundo momento del perfil L5 (esto lo evaluaremos estadísticamente más adelante) presentando una presencia efectiva de agua, aunque en el caso de L9 pareciera tratarse de un sector más cercano al área litoral. La muestra superior sugiere un ambiente claramente litoral.

8.2.1.3. Las muestras L1, L6 y L7

Las muestras L1 y L7 coinciden en indicar ambientes poco profundos o sólo húmedos con buena presencia vegetal en general. Para el caso de L1 en particular, dicha vegetación pudo ser de tipo arbustivo o de tamaño importante según los requerimientos de sombra de parte de la biota presente en esta muestra. Lo interesante es que ambos ambientes presentan dataciones distanciadas casi en 1000 años una de la otra (L1 7500 AP aprox. y L7 8300 AP aprox.).

El caso de L6 parece distanciarse claramente de estas dos muestras, sugiriendo un ambiente litoral posiblemente encharcado *circa* 7700 AP, y que posiblemente esté relacionado con Lapao 5. Estas relaciones las evaluaremos en el próximo apartado.

8.2.2. Sobre las muestras provenientes de Ramadas, San Antonio de los Cobres, Salta.

8.2.2.1. El perfil Norte

Como hemos visto en el capítulo anterior este perfil presenta, a pesar de los cambios en la flora de diatomeas y en la estratigrafía, un ambiente relativamente estable antes, durante y después del 5200 AP. El ambiente en general se presenta como húmedo, muy poco profundo, posiblemente un ambiente lodoso parcial y/o periódicamente encharcado, con una muy importante presencia vegetal. Solo se registra en el mismo una leve fluctuación que pudo ser consecuencia de un breve pulso de desecación de este ambiente con posterioridad al 5200 AP.

8.3. Relaciones entre loci y características paleoambientales de Quebrada de Lapao.

Para evaluar la relación entre las muestras hemos recurrido a *tests* estadísticos para observar la diferencia entre las biotas presentes en cada muestra. Particularmente hemos empleado árboles de Distancias Euclidianas en relación simple, comparando la abundancia relativa de cada especie en cada muestra. A continuación presentamos dos gráficos (Gráfico 8.1. y 8.2.), el primero busca evaluar las relaciones entre L5 y L9 de manera aislada y el segundo presenta las relaciones entre todas las muestras analizadas de Lapao en conjunto. Los números presentes a la derecha del código de cada muestra corresponde con la profundidad relativa de la misma.

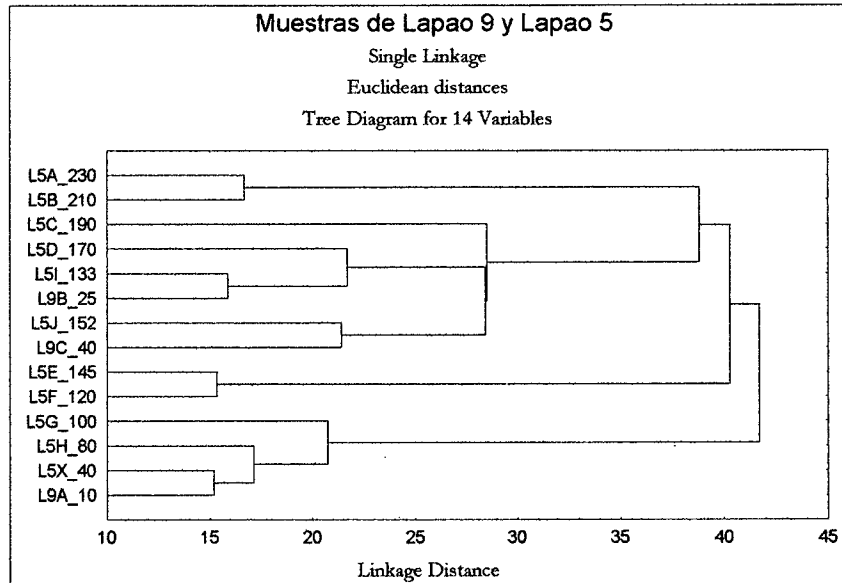


Gráfico 8.1. Matriz de distancias de las muestras de Lapao 5 y 9

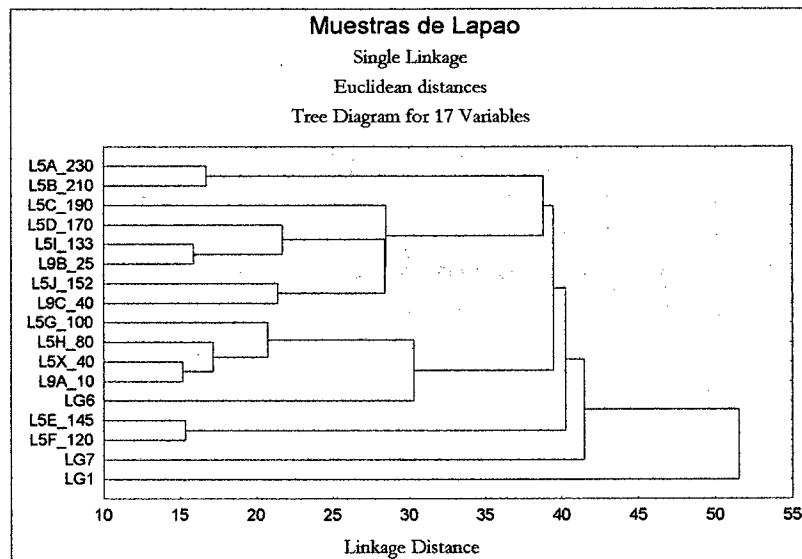


Gráfico 8.2. Matriz de distancia de todas las muestras analizadas en la cabecera de Quebrada de Lapao

8.3.1. Relaciones entre las muestras de L5 y L9 y sus implicancias.

Al respecto observamos claramente en el gráfico 8.1. que se agrupan estrechamente tres pares de muestras correspondientes a ambos perfiles (L9A con L5X; L9B con L5I; y L9C con L5J). Es importante resaltar al respecto que no existen inversiones en cuanto a las profundidades relativas de las muestras, estando apareadas en el primer caso las muestras superiores, en el segundo muestras de valores intermedios de profundidad y en el tercero las de valores más elevados.

Podemos evaluar además qué sucede con estas relaciones si le agregamos las restantes muestras del área. Si observamos el gráfico 8.2. los tres pares mencionados se mantienen agrupados.

¿Qué significan estas relaciones? Si retomamos la caracterización que habíamos realizado para ambos perfiles, ya sospechábamos de su relación. Los resultados provistos por los *tests* son contundentes. Ahora podemos sugerir con confianza que, en primer lugar, las muestras de Lapao 9 presentan la zona marginal de unidades estratigráficas presentes en Lapao 5. Las profundidades relativas apoyan lo dicho en cuanto a que las facies parecen acuñarse hacia L9. A modo de ejemplo, la muestra L5J se separa en 112 cm de la muestra L5X, sus contrapartes L9C y L9A respectivamente, lo hacen solo en 30 cm.

En segundo lugar, esta propuesta parece coherente con lo comentado en el apartado 8.2.1.2. en cuanto que las muestras L9C y L9B se relacionan al segundo momento ambiental del perfil Lapao 5, es decir al momento de máxima humedad entre el 8500 AP y el 7700 AP aprox. De la misma manera, podemos confirmar que la muestra L9A se corresponde con los ambientes litorales del tercer momento ambiental del perfil L5, es decir al posterior a 7700 AP aprox.

8.3.2. Relaciones de la muestra L6

En el gráfico 8.2. observamos a la muestra L6 (LG6) relacionada en primer lugar con L5G y luego con un estrecho grupo compuesto por las muestras L5H, L5X y L9A (en orden de distancia creciente respecto a L6).

Una vez más se confirma la sospecha que teníamos de una relación con el perfil L5 solo sobre la base de la presencia de la rara especie de diatomea *Amphora tucumana*. Después de observar la relación entre la flora de L6 y L5G, no nos sorprenderemos al observar en la tabla 7.1. del capítulo anterior que la datación de L6 sea 7750 +/- 40 AP y que la de L5G sea de 7770 +/- 80 AP. Una vez más, y volviendo al apartado 8.2.1.3., las características de un ambiente litoral parcialmente encharcado parece coherente con las características ambientales sugeridas para todas las muestras que se relacionan con L6.

Para finalizar, la implicancia principal de esta relación se refiere a la extensión de este ambiente litoral y encharcado. Si nos remitimos a la figura 7.1. del capítulo anterior podemos observar que el *locus* L6 se encuentra a una distancia de 140 metros de L5, lo que implica que la extensión de este ambiente litoral pudo ocupar prácticamente toda la periferia de la cabecera de la quebrada. De todas formas, para confirmar esto debemos observar qué sucede en la margen derecha de la misma por lo que a continuación nos referiremos a L1 y L7.

8.3.3. Relaciones de las muestras L1 y L7

La particularidad de estas dos muestras es que, como se observa en el gráfico 8.2., son las que se encuentran menos relacionadas con cualquiera de las procedentes de la margen derecha de la quebrada. Para poder interpretar su significado debemos remitirnos a sus dataciones, L1 con una fecha de 7550 +/- 90 AP y L7 con una de 8230 +/- 40 AP (Tabla 7.1., capítulo 7). En este sentido, si bien la primera correspondería al tercer momento ambiental del perfil L5 y la segunda al segundo, y ambas sugieren ambientes bastante húmedos, las biotas parecen no corresponderse con las presentes en el proceso que se estaba desarrollando en la margen izquierda de la quebrada. Al respecto exponemos dos explicaciones posibles, la primera la que consideramos más probable y la segunda como una alternativa, aunque para ambas necesitaremos más datos en el futuro. La primera se refiere a que estos ambientes sean el resultado de la actividad de la surgente de aguas subsuperficiales a la que hemos hechos referencia en el capítulo 3 (apartado 3.3.) y que pudo relacionarse con el proceso evidente en las muestras de L6, L5 y L9. La segunda, es que se trate de facies ultramarginales de los procesos relacionados al cuerpo de agua sugerido por las muestras de los *loci* citados.

De todas formas, lo que resulta relevante para esta tesis es la indudable presencia de un ambiente húmedo y vegetado también en la margen derecha de la quebrada de manera contemporánea a lo observado para la margen izquierda. Esto aseguraría la presencia de un gran ambiente con estas características si nos remitimos a la distancia entre los *loci* de una y otra margen según la figura 7.1. (más de 120 m). En este sentido podríamos postular que al menos alrededor de 8200 y de 7500 AP la superficie total con vegetación y presencia importante de humedad pudo cubrir al menos 16.800 m², es decir la totalidad de la cabecera de la quebrada.

8.4. Reconstruyendo paisajes: poniendo la información en sus contextos

8.4.1. El paleoambiente de Lapao

Para poder comenzar a interpretar la historia ambiental de la cabecera de la quebrada de Lapao debemos remitirnos al apartado 3.3. del capítulo 3. Al respecto, consideramos que la clave para interpretar las condiciones paleoambientales de esta localidad durante el período aquí estudiado es la surgente de aguas subsuperficiales que hemos citado allí, emplazada en la actualidad en las inmediaciones del *locus* L1 donde hoy en día se ubica la toma de agua del pueblo de Susques. De los resúmenes sobre las interpretaciones de los datos resultantes del análisis de diatomeas y de las relaciones entre los perfiles y de su emplazamiento microtopográfico podemos sugerir que durante todo el período estudiado nos encontramos con un sistema de vega controlado

fundamentalmente por aguas subsuperficiales, sin que podamos descartar un posible aporte pluvial periódico. Al respecto hemos aislado tres momentos diferentes.

En el Holoceno Temprano hasta *circa* 8.500 AP la cabecera de la Quebrada de Lapao presentaba una extensa vega profusamente vegetada, probablemente por ciperáceas y poáceas según los valores C3 brindados por los resultados isotópicos, que ocuparía toda la extensión de la misma. Hacia el comienzo del Holoceno Medio, entre *circa* 8500 y el 7700 AP, el nivel de freática parece haberse incrementado conformando en el centro de la misma un cuerpo de agua léntico de poca profundidad que marca el segundo momento. Dicho período, si bien muestra ser el momento más húmedo en la media de todo el Holoceno y presenta cierta estabilidad, registra algunas fluctuaciones internas. En este sentido, en el interior del mismo son evidentes, al menos, dos pulsos de niveles altos del cuerpo de agua (y consecuentemente del nivel de freática), el primero entre el 8.500 y el 8.300 AP y el segundo, entre 8.300 y 7.700/7.500 AP y uno de desecación hacia el 8.300 AP que muestra un corrimiento de la faja litoral hacia el interior de la cabecera de la quebrada. Al respecto, la extensión de la vega parece haberse mantenido al menos hasta el 8.300 según lo sugieren tanto la muestra L7 como la L5J y haberse retraído entre esta fecha y el 7.700 AP aprox. donde recupera su máxima extensión según sugieren las muestras de L1 y L5G. Con respecto a la vegetación, no parecen haberse producido modificaciones sustanciales en la composición de la misma dados los valores isotópicos C3 de L6, también asimilables a ciperáceas y poáceas. A su vez, la información provista por los gasterópodos parece coincidir con las características de los ambientes descriptos, sugiriendo por su parte la posible presencia de algún tipo de vegetación acuática hacia el 7.700 AP.

Finalmente, el tercer momento sugiere que después del 7.700 AP parece producirse un descenso del nivel de aguas subsuperficiales basándonos en la contracción y probable desecación del cuerpo de agua, si bien parece continuar presente una importante vega en el área estudiada al menos hasta el 7.000 AP (si tomamos una tasa de sedimentación más o menos constante).

8.4.1.1. ¿Que pasó después?

Según algunos datos geomorfológicos preliminares, la desecación posterior de este ambiente parece tener causas más bien geomorfológicas que ambientales, o bien, una combinación de ambas. Al respecto se observa en la figura 7.1. (capítulo anterior) un cauce fluvial estacional (de drenaje de lluvias estivales) que erosionó el fondo de la cabecera de la quebrada (según hemos sugerido en el capítulo 3, apartado 3.3) y depositó sedimentos (en general limo-arenosos aunque con episodios de depositación de gravas) con posterioridad. Este cauce parece haberse activado por el derrumbe de parte de un farallón ignimbrítico que funcionaba como dique natural ante el

escurrimiento de las lluvias estivales del área. A modo de hipótesis, podemos sugerir que dicho derrumbe pudo haber sido generado por la erosión producida por la infiltración de aguas subsuperficiales sobre las arcilitas de la formación Log Log que propiciaron el colapso de las ignimbritas (formación Zapalari) que la sobreyacen (ver capítulo 3, apartado 3.3.).

Lo que es indudable es que este cauce se activa con posterioridad a esta fecha estimada de 7.000 AP, dado que los *loci* estudiados han sido expuestos por acción del proceso de excavación realizado por el mismo. Más aún, una datación radiocarbónica reciente sobre una turbera perteneciente a un perfil de agradación conformado por arenas laminadas en una terraza inferior de este cauce, y emplazado dentro de la cabecera estudiada, ha brindado una fecha de 3.680 +/- 150 AP (UGA). Esto nos permite acotar la cronología del proceso erosivo antes citado entre el 7.000 AP y el 3.700 AP, aunque la exposición de este perfil sugiere una reactivación de este proceso erosivo, posiblemente de menor intensidad, con posterioridad a esta última fecha.

8.4.2. El paleoambiente de Ramadas

Una vez más debemos recurrir al capítulo 3 (apartado 3.3) para poder poner en contexto nuestra interpretación paleoambiental. Como hemos dicho allí, el perfil muestreado ha sido generado por una cárcava de drenaje que corta una terraza constituida por sedimentos cuaternarios del Río San Antonio de los Cobres. Según los resultados provistos por el análisis de diatomeas se ha sugerido para esta cuenca a lo largo de todo el segmento estudiado un ambiente húmedo y/o parcialmente encharcado, sujeto a variaciones posiblemente periódicas, y profusamente vegetado. Aquí nuevamente, según lo sugieren los valores isotópicos (capítulo 7, tabla 7.1.), parece presentarse hacia el 5.200 AP una vegetación C3 asimilable a poáceas y ciperáceas.

Debido a las características antes sugeridas y sumado a su emplazamiento, consideramos que el *locus* analizado se trata de la paleoplanicie de inundación del citado curso fluvial. En este sentido, si bien es evidente que tanto antes como después del 5200 AP la humedad parece haber sido mayor en la media que la actual, sería útil recurrir a algunos otros datos para ver si podemos precisar o reforzar esta interpretación.

Al respecto, si nos guiamos por la extensión de las planicies de inundación, que suelen ser el reflejo de la actividad fluvial, la amplia extensión de la facie correspondiente a la turbera (presente de manera evidente en los perfiles de las terrazas tanto de una como de la otra margen del actual río SAC) parecería coincidir con la interpretación de un ambiente claramente más húmedo alrededor del 5.200 que en la actualidad en este sector del curso.

Aún no contamos con dataciones que nos permitan sugerir una cronología acotada de los procesos que tuvieron lugar con posterioridad al 5.000 AP, lo que sí es evidente según la presencia

de esta terraza, es que el proceso de agradación se interrumpió en algún momento del Holoceno Tardío. En este sentido, parece haberse intensificado durante este lapso el proceso de erosión fluvial responsable de la exposición de estos perfiles por la reexcavación del cauce, aunque la superficie actual de la planicie aluvial de este río sugiere un caudal seguramente menor.

8.5. Comparando y discutiendo los resultados: evaluando los modelos del capítulo 4

Este apartado busca comparar y discutir los resultados obtenidos mediante el análisis de diatomeas presentados líneas arriba en relación con los estudios realizados en el área andina que expusimos en el capítulo 4 y las expectativas teóricas que hemos derivado del mismo.

De la sola observación de los resultados del apartado 8.4. se desprende la importancia de factores como la geomorfología local y las fuentes de humedad en las características pleoambientales de las localidades estudiadas, pero debemos comenzar a entender estas condiciones en el marco de las tendencias paleoambientales y paleoclimáticas regionales. Para esto en los siguientes apartados desglosamos las comparaciones y discusiones sobre la relación entre nuestros resultados y la información paleoambiental previa. En este sentido, recomendamos tener presente lo dicho en el capítulo 4 al que nos remitiremos en adelante de manera permanente.

8.5.1. Los resultados de diatomeas vs. los de otros proxies correspondientes a otras escalas

Si observamos el gráfico del apartado 4.3.3. (capítulo 4) y luego nos remitimos a los resultados presentados en éste (particularmente al apartado 8.4.), lo primero que se evidencia, en general, es que las condiciones inferidas para el período comprendido tanto en Lapao como en Ramadas no coinciden estrictamente con ninguno de los resultados presentados en el gráfico.

Ya habíamos discutido en el capítulo 4 que esta variabilidad en los resultados paleoambientales parece ser más la norma que la excepción cuando dichos resultados se toman o analizan de manera aislada. De todas formas, algunas tendencias regionales generales que hemos resumido anteriormente parecen estar de acuerdo con nuestras interpretaciones. Al respecto, las tendencias globales, la información de núcleos de hielo, los niveles de lago y la secuencia polínica de Laguna Seca parecen brindar un marco general en el que nuestros resultados pudieran ser la expresión local del mismo. Igualmente dicho marco estaría incompleto si no entendiéramos las conexiones existentes entre estos estudios, los agentes causales de dichas condiciones y la relación entre las tendencias paleoambientales regionales y sus expresiones locales.

Por esta razón es que en el capítulo 4 hemos intentado comprender estos elementos y relaciones, discutiendo la actividad y resumiendo las consecuencias, de los patrones climáticos de

escala continental (i.e. modos de circulación atmosférica, los eventos ENSO y *los Southern Westerlies*), su relación con la información provista por los resultados de los estudios paleoambientales existentes en el área andina (i.e. apartados 4.3.2. y 4.3.3.) y modelizando una explicación paleoclimática teórica de escala regional que pudiera dar cuenta de esta variabilidad (apartado 4.4.1. y Tabla 4.3.).

En realidad, consideramos que es este modelo el que puede dar una idea general de las condiciones paleoambientales regionales con las que nuestros datos debieran resultar compatibles y no con estudios paleoambientales particulares. Así, podemos comenzar a analizar nuestros resultados en el marco regional con mayor detenimiento.

En primer lugar, la información procedente de Lapao parece ajustarse de manera bastante precisa a las expectativas derivadas de su régimen (i.e. freático) para lo sucedido entre el 10.000 y el 7.000 AP. Al respecto recordamos que en la Tabla 4.3. las expectativas teóricas sobre esta variable sugería un ambiente más húmedo que el actual entre el 10.000 y el 8.000 AP y posiblemente más seco entre el 8.000 y el 7.000 AP. La fuente de esta humedad parecería estar relacionada a una presencia regular de lluvias a lo largo del año, sin fallas en las estivales generadas por el fenómeno ENSO que solo presentaría sus primeras manifestaciones (i.e. sequías en la Puna) en el 8.000 AP y de manera frecuente a partir del 6.000AP. En este sentido, si comparamos estas tendencias con lo observado en Lapao, habíamos aislado tres momentos, el primero hasta el 8.500 AP de crecimiento de la humedad hasta un nivel máximo, entre el 8.500 y el 7.700, para luego comenzar a desecarse (aunque manteniendo un importante grado de humedad) posiblemente hacia el 7.000 AP. Si tomamos la información en conjunto, resulta claramente compatible en relación a que si la principal fuente de humedad sería la estabilidad pluviométrica, es esperable que este aporte estable (entre el 10.000 y el 8.000 AP) generase un aumento progresivo del nivel de freática responsable de la humedad en Lapao. De la misma manera, hacia el 8.000 AP parecen registrarse las primeras fallas en las lluvias estivales lo que implicaría fluctuaciones o disminución en el nivel de freática en una escala regional. En Lapao este período parece tener su expresión en la desaparición de este cuerpo de agua regido por el nivel de freática, aunque el ambiente continúa siendo húmedo.

En el caso de Ramadas, el modelo predice que entorno al 5000 AP nos encontramos en un ambiente regionalmente más seco que en el Holoceno Temprano, con lluvias estivales con fallas en su régimen periódico debido al comienzo de la consolidación de los eventos ENSO y con lluvias invernales ausentes o poco frecuentes. Los resultados que hemos obtenido de Ramadas parecen no coincidir con el modelo dado que se trataría de un ambiente manifiestamente húmedo. Creemos que esto se debe al particular régimen fluvial del Río San Antonio de los Cobres (ver capítulo 3,

apartado 3.3.) con aportes de glaciares, pluviales, termales y su amplia área de captación de humedad. En este sentido, el desarrollo de suelos extensos puede estar relacionado con la ausencia de fluctuaciones estacionales en su caudal por el aporte pluvial, mientras que la presencia de agua parece haber estado asegurada por el aporte termal y la licuación glacial debida a las elevadas temperaturas. En el próximo apartado retomaremos este tema.

Para terminar de comprender la historia ambiental de estas localidades, debemos reducir aún más la escala y observar cómo han funcionado nuestros modelos sobre expectativas teóricas ambientales en relación a sus regímenes presentadas en el apartado 4.4.2., Tablas 4.4., 4.5. y 4.6. del capítulo 4.

8.5.2. Los resultados de diatomeas vs. las expectativas teóricas según los regímenes dominantes en las localidades.

Aquí contrastaremos los modelos de las tablas ya citadas con los resultados obtenidos en esta tesis. En primer lugar contrastaremos las expectativas del nivel palustre y desarrollo de vegas en un ambiente controlado por los niveles de freática, el caso de Lapao; en segundo lugar, la energía de un sistema fluvial mixto y la posibilidad de desarrollo de vegas en un curso fluvial, el caso de Ramadas.

Para el primer caso los modelos predicen niveles palustres altos entre el 10.000 y el 7.000 AP con una tendencia decreciente a partir del 7.000 AP y un frecuente desarrollo de vegas entre el 10.000 y el 7.000 AP en ambientes controlados por el nivel de freática. Las condiciones de Lapao parecen representar en un sentido amplio estas condiciones. Más aún, y ya que contamos con un suelo fechado hacia el 3.700 AP, con una ausencia de los mismos entre esta fecha y el 7.000 AP aproximadamente, podemos testear el siguiente periodo. Al respecto, el modelo predice baja frecuencia de desarrollo de suelos entre el 7.000 y el 4.000 AP. A partir de esta fecha las posibilidades para el desarrollo de suelos vuelven a ser frecuentes. Las condiciones en Lapao parecen coincidir una vez más. De todas formas, se puede observar también cierta falta de precisión en nuestros modelos debido a que en los niveles de sistemas palustres freáticos debería decir “aumento” más que “alto” para el periodo comprendido entre 10.000 y 8.000 AP. Al respecto, creemos que las futuras investigaciones nos permitirán ajustar la precisión de nuestras expectativas.

Para el segundo caso, Ramadas, los modelos sugieren una energía baja entre el 6.000 y el 5.000 AP y un aumento leve de la mismas entre el 5.000 y el 4.000 AP; para el desarrollo de suelos se sugiere una baja frecuencia. Una vez más vemos que el caso de Ramadas parece complicar las predicciones de los modelos. Si bien la energía del sistema parece estable y no muy importante,

permitiendo desarrollar un suelo considerable en la planicie aluvial, se espera que la frecuencia de desarrollo de este tipo de estructuras sea baja. Una vez más vemos la importancia de la investigación de las condiciones ambientales locales dada la relevancia de las variables locales en la conformación de este tipo de ambientes. Así, el particular y variado régimen de este río, citado anteriormente, así como su extensa área de captación de humedad, parece complicar la postulación de expectativas teóricas sobre este tipo de ambientes. De todas formas, es claro que este caso resulta paradigmático en relación con la subestimación de la humedad que se estima tradicionalmente para períodos secos en la Puna. En este sentido, si nos hubiéramos apoyado en los modelos paleoambientales clásicos para el Holoceno en la Puna ni siquiera hubiésemos contemplado la posibilidad de *loci* húmedos como éstos en esta cronología.

8.6. Resultados de la evaluación de los modelos

Los resultados brindados por la evaluación de los modelos propuestos en el capítulo 4 nos han dejado una sensación ambigua, aunque con algunos visos de satisfacción.

Por un lado, nos resulta grato su funcionamiento para el área de Lapao, donde la información paleoambiental de escala local generada mediante el análisis de diatomeas, se ha ajustado de una manera muy satisfactoria a las expectativas.

Por el otro, nos resulta complejo evaluar las causas de las imprecisiones en la evaluación de Ramadas. Al respecto, consideramos que en este *locus* en particular son varias las variables que han colaborado con estas imprecisiones. Entre ellas podemos citar que solo se trata del análisis de un segmento incompleto del perfil, que solo contamos con una datación lo que implica cierto grado de incertidumbre en cuanto a la cronología, que no hemos podido realizar un análisis geomorfológico importante y sistemático de la cuenca y, finalmente, que no hemos podido aislar aún en nuestros modelos las consecuencias de la acción de “todos” los elementos que aportan humedad a este sistema.

De todas formas, y sin dejar de lado estos problemas e imprecisiones, consideramos que estos modelos pueden ser una herramienta importante para abordar problemas arqueológicos. Al menos brindarán expectativas mucho más precisas y contrastables que la aplicación de las tradicionales tendencias climáticas globales o secuencias paleoambientales particulares. Si bien estos modelos pueden tener algunos problemas para la predicción de la historia ambiental de cierta localidad en particular, consideramos que pueden ser sumamente útiles y precisos para evaluar la disponibilidad teórica de ambientes productivos en una escala regional. Conociendo dicha estructura ambiental podremos sugerir una estructura teórica de recursos en una escala regional e

inferir el posible abanico de estrategias humanas implementables en dichas estructuras. Sobre estos puntos versará el siguiente capítulo.

Capítulo

9

Los modelos sobre estructura de recursos y estrategias cazadoras-recolectoras durante la primera mitad del Holoceno en la Puna: su construcción y discusión.

“Two or more bands may share the ownership of a water hole. Water holes keep their own rough population balance because, if water is very scarce, people will go to live elsewhere when they have the possibility of doing so. [...] When the semipermanent water holes go dry the bands who own them may break up temporarily and the families may go to live with relatives who are at permanent water holes, or they may go as whole bands to another water hole where they have relatives”.

Sobre los !Kung, Lorna Marshall (1965)

9.1. Introducción.

Hemos decidido comenzar este capítulo con una cita correspondiente a Marshall (1965) porque creemos que ilustra la relación entre los grupos cazadores recolectores de áreas desérticas (en ese caso el Desierto de Kalahari, Africa) con la disponibilidad de recursos críticos como el agua en estos ambientes. Este tipo de relaciones son a las que nos hemos referido en capítulos anteriores (ej. capítulo 2) y que intentaremos modelizar en éste.

Este capítulo se divide en tres partes interrelacionadas. En la primera nos dedicaremos a generar un modelo de escala regional sobre las localidades que pudieron estar disponibles en el período, destacando las características de estos parches de recursos y la predicibilidad de recursos

faunísticos (particularmente de camélidos) relacionadas con ellos. Para construir este modelo deberemos: a) revisar algunos conceptos que hemos vertido en el capítulo 3 (apartados 3.1.1 y 3.1.2.) que funcionarán como supuestos que deberán ser tenidos en cuenta, b) remitirnos a las expectativas teóricas enunciadas en el capítulo 4 (apartados 4.4.1. y 4.4.2.) y a su discusión en el capítulo anterior (capítulo 8, apartado 8.5.) y c) la información resultante del análisis de diatomeas realizado en esta tesis que ha aportado a la calibración de las variaciones de escala local. Esto constituirá el andamiaje principal para la construcción de este modelo regional de disponibilidad de áreas y estructura de recursos.

La segunda parte de este capítulo se orienta a proponer una serie de expectativas teóricas sobre las estrategias organizacionales (ej. movilidad, subsistencia, tecnología y aspectos sociales) que los grupos cazadores recolectores de la Puna pudieron haber implementado para afrontar los cambios en la estructura de recursos enunciados en el modelo anterior. Dichas expectativas estarán guiadas por los aspectos teóricos sobre cazadores recolectores propuestos en el capítulo 2.

En la tercera parte nos dedicaremos a la discusión de este modelo arqueológico. Al respecto pensamos que el mismo debería, al menos, dar cuenta del registro arqueológico presentado en el capítulo 5. Por otra parte, y si las expectativas se ajustan al citado registro, pensamos que podrá ser evaluado en nuestras futuras investigaciones con la nueva información arqueológica que pueda ir surgiendo. Consideramos que este tipo de modelos arqueológicos y ambientales plasman el horizonte de nuestras futuras investigaciones.

9.2. El modelo sobre la estructura de recursos en la Puna durante la primera mitad del Holoceno.

9.2.1. Algunos conceptos a recordar para la construcción del modelo sobre recursos.

Para generar el modelo sobre las características tanto espaciales como temporales de los recursos en la región debemos recordar algunos conceptos que servirán como supuestos para su construcción. Los mismos se refieren, en primer lugar, a las relaciones entre la humedad y la productividad primaria en ambientes desérticos. En segundo lugar, la relación entre aspectos biológicos y comportamentales de la fauna silvestre de la Puna y la distribución de la citada productividad primaria y del agua.

Así, comenzamos recordando la importancia que la humedad posee para el desarrollo vegetal en ambientes desérticos y su correlativo impacto en las cadenas tróficas propuestas por Bullard (1997). Al respecto, el autor propone una serie de relaciones entre las precipitaciones y la productividad primaria:

- a) Existe una correlación positiva entre las precipitaciones y la productividad primaria.
- b) Dicha relación positiva es particularmente significativa para la productividad de pastos o herbáceas, mientras que árboles y arbustos son menos dependientes de las lluvias.
- c) La densidad y composición de la vegetación no solo depende de la cantidad de precipitaciones, sino también de su ritmo y frecuencia.
- d) Las fluctuaciones en las precipitaciones producen efectos rápidos de expansión, en pulsos húmedos, y de retracción, en los pulsos secos.

Hemos visto también, tanto teórica (capítulo 3) como prácticamente (capítulo 8) la influencia de otros agentes, diferentes de las lluvias, responsables de la humedad y la consecuente productividad primaria. Al respecto conocemos la influencia de:

- a) aguas subsuperficiales
- b) licuación glaciaria
- c) surgentes hidrotermales

De todas formas, no tomaremos en cuenta para nuestro modelo la influencia de las surgentes hidrotermales recién sugerida por dos razones. Por una parte, debido a que no contamos con la información suficiente como para modelizarla, por la otra, creemos que complicaría por demás el modelo debido a que, si bien pueden ser importantes para el desarrollo vegetal en algunas localidades, son poco utilizables por grupos humanos debido a su frecuente contenido de amoníaco, azufre y otras sustancias tóxicas.

En segundo lugar, debemos recordar algunos aspectos biológicos y comportamentales de la fauna silvestre del área para evaluar su disponibilidad como recurso. Para esto debemos remitirnos a la información provista por el apartado 3.1.2. (capítulo 3). En este sentido, deberíamos en primera instancia separar los de bajo ranking de los de alto ranking.

Los primeros, principalmente roedores, poseen una distribución irregular en la escala regional, estando restringidos a ambientes rocosos. No dudamos de que las fluctuaciones ambientales tengan un impacto importante en el tamaño de las poblaciones, pero dada la alta tasa de reproducción de los mismos y sus conocidos eventos de explosión demográfica podemos asumir que las mismas se recuperan rápidamente. Entonces, si bien en condiciones ambientales adversas pueden disminuir su número de manera importante, podrán recuperarse rápidamente (i.e. por su estrategia-r) manteniendo su distribución espacial característica. En este sentido, no creemos demasiado relevante para los fines de este trabajo modelizar las expectativas sobre este tipo de recursos. Así, asumiremos en este modelo que si bien pueden fluctuar en su abundancia total, los roedores han estado disponibles como recurso alternativo en puntos discretos del espacio durante todo el período. Por otra parte consideramos que este tipo de recursos debe de haber estado

relacionado más a las tareas de recolección que a las de caza que son las que nos interesan particularmente.

En este modelo nos abocaremos a estimar las características de los camélidos como recurso dada su habitual dominancia en el registro arqueofaunístico. En este sentido ya hemos discutido los problemas relativos a la disponibilidad de información sobre los guanacos (*Lama guanicoe*) en el apartado 3.1.2., por lo que generalizaremos nuestras interpretaciones rigiéndonos fundamentalmente por la información provista por las vicuñas (*Vicugna vicugna*). Así, debemos recordar sobre las mismas (*sensu* Arzamendia y Vila 2003, MS) que:

- a) Suelen ser altamente territoriales en relación con recursos críticos como el agua.
- b) Suelen alimentarse alternando estepas gramíneas con estepas arbustivas (estas últimas son utilizadas menos frecuentemente).
- c) Han desarrollado una estrategia para compensar la alta mortalidad generada por fluctuaciones climáticas extremas, implicando una buena tasa de recuperación de sus poblaciones.
- d) Si bien sus poblaciones suelen sufrir variaciones espaciales y temporales en el corto plazo, son bastante predecibles en el mediano plazo bajo condiciones ambientales normales.

9.2.2. Sobre la construcción del modelo sobre localidades disponibles, parches y camélidos.

El modelo que presentaremos en el próximo apartado busca estimar de manera general como pudieron estar estructurados los recursos en la Puna durante la primera mitad del Holoceno. De este modo, buscamos dar una imagen general que dé cuenta de variables importantes que pudieron haber influido en la toma de decisiones de los grupos cazadores-recolectores que habitaron el área durante este período. Así, nos ha interesado trabajar con **tres variables básicas**. En primer lugar, nos ha interesado estimar qué áreas pudieron estar disponibles como parches concentradores de recursos. En el modelo estimaremos las “**localidades disponibles**” para cada período. De manera general las definimos como áreas que presentan oportunidades para la explotación y/o asentamiento por parte de los grupos humanos. Estas áreas se relacionan al concepto de ZCN propuesto por Yacobaccio (1994), que hemos discutido en el capítulo 2, y con las expectativas modelizadas en los apartados 4.4.1. y 4.4.2. (capítulo 4). Por esto, las “localidades disponibles” se obtendrán fundamentalmente de la interrelación de estas expectativas, refinadas en su escala local por nuestro trabajo con diatomeas y con la información presentada en el apartado anterior. Esto nos permitirá estimar la posibilidad de que determinadas áreas presenten condiciones (i.e. presencia efectiva de

agua, vegetación y posiblemente fauna de alto ranking) atractivas para los grupos cazadores recolectores. Se enunciarán las mismas en función de su régimen y posible emplazamiento.

En segundo lugar, nos interesa estimar las **características que presentaron estos parches** en cuanto a su abundancia regional, su distribución espacial (cuán segregados están) y su estabilidad (cuán frecuentemente fluctúa su presencia).

Finalmente nos interesa abordar la **predicibilidad, abundancia y distribución de los camélidos como recursos** en estos parches, para lo que deberemos tener en cuenta lo reseñado en el apartado 9.2.1. En este sentido buscaremos estimar la predicibilidad espacio-temporal de los camélidos (cuán redundante es la presencia del recurso en un momento determinado y en un parche particular), su abundancia y distribución en una escala regional. Esta última se refiere a su regularidad (i.e. regular vs. irregular) en su distribución espacial.

A continuación presentamos el modelo.

9.2.3. El modelo sobre recursos para la primera mitad del Holoceno

Comenzaremos este apartado describiendo detalladamente las variables antes sugeridas y al final del mismo presentaremos una tabla (ver al final del apartado) que resume dicha información. No obstante, antes es necesario aclarar algunos términos que utilizaremos en el mismo. Cuando nos referimos a “sistemas palustres bien desarrollados” estamos pensando en cuerpos de agua lénticos, profundos y/o con estratificación térmica y/o límnic, y con presencia de un ambiente litoral importante. De la misma manera, con “cursos o sistemas fluviales bien desarrollados” nos referimos a ríos con un régimen actual permanente con extensas y bien desarrolladas planicies de inundación y con regímenes mixtos y/o amplias áreas de captación de humedad. Comencemos ahora sí, con la presentación del modelo.

Así, entre el 10000 y el 8000 AP la Puna pareciera estar caracterizada por la máxima disponibilidad de localidades. Esto es que la mayoría de los sistemas fluviales y palustres (i.e. independientemente de sus regímenes) estaría disponible. La excepción serían únicamente los ambientes controlados por aguas subsuperficiales que parecen llegar a su nivel máximo entre el 8000 y el 7000 AP. Consecuentemente en este momento contaríamos con una gran abundancia de parches productivos, poco segregados (al menos sería el momento de menor segregación espacial de parches durante el Holoceno) y estables dada la ausencia de actividad de patrones climáticos como ENSO. Dada esta escasa segregación espacial de parches y relativa abundancia regional de cuerpos de agua la predicibilidad tanto espacial como temporal de camélidos sería baja. En este sentido, estos animales podrían migrar libremente entre parches tanto en el corto plazo como

estacionalmente, dado que durante este período se registraría la menor variación tanto espacial como temporal de su fuente de alimento. En este sentido, los camélidos mostrarían la distribución más regular del Holoceno en una escala regional.

Durante este último lapso (8000 a 7000 AP) el aumento progresivo de temperatura y las fallas en las lluvias estivales por los efectos de algunos eventos ENSO pudieron haber disminuido levemente el aporte a cursos fluviales y palustres, por lo que los de menor caudal y los más someros respectivamente pudieron desaparecer. Esto implicaría una leve reducción en la abundancia de algunos parches antes disponibles. Así, en una escala regional encontraríamos menos parches disponibles, levemente más segregados y más inestables que en el caso anterior. En tal caso pudo existir una leve depresión en las poblaciones de camélidos aunque mostrando aún una marcada baja predicibilidad tanto espacial como temporal, principalmente por la acción combinada de los todavía abundantes parches productivos, que permitirían el flujo de fauna entre ellos, con la inestabilidad que presentarían muchos de estos parches instigando este flujo, aunque su distribución en una escala regional continuaría siendo moderadamente regular.

Entre el 7000 y el 6000 AP los niveles de temperatura aumentan y parecieran estar ausentes las precipitaciones invernales (al menos hasta el 5500 AP aprox.), así como impactos importantes de los efectos ENSO. Estos factores combinados pudieron haber contribuido con la reducción progresiva en la disponibilidad de ambientes freáticos y glaciares en general, los primeros mostrarán su punto mínimo entre el 6000 y el 5000 AP. Consecuentemente, los extensos ambientes con una fuerte dependencia de aportes glaciares o freáticos antes disponibles, pueden haberse ido reduciendo a pequeños humedales o vegas estrechamente relacionados espacialmente a sus fuentes, es decir, en las inmediaciones de las surgentes de aguas subsuperficiales o glaciares. En este período (7000 a 6000 AP) los ambientes con disponibilidad efectiva de agua debieron de estar asociados a sistemas palustres y fluviales con extensas y variadas áreas de captación de humedad, y/o los de régimen esencialmente pluvial estival. Así, estas condiciones sugieren una abundancia menor o moderada de parches en una escala regional, considerablemente más segregados y más estables por la ausencia de ENSO. Consecuentemente las poblaciones de camélidos mostrarían una reducción importante, aunque se volverían más predecibles tanto temporal como espacialmente. Esto último es inferible a partir de que la disminución en la abundancia de ambientes con productividad primaria importante implicaría un flujo menor de grupos de camélidos entre parches y una mayor permanencia en parches particulares debido a la mayor estabilidad de los mismos que en momentos anteriores. Esto implicaría una distribución regional más irregular que en los casos anteriores pero levemente más regular que entre el 6000 y el 5000 AP.

Entre el 6000 y el 5000 AP nos encontramos en el momento de menor cantidad de localidades disponibles en la región, y con una estabilidad importante dada la baja frecuencia de eventos ENSO importantes. En este lapso la disponibilidad de ambientes freáticos sería muy escasa, estando disponibles ambientes palustres bien desarrollados y profundos, particularmente los que cuentan con un importante aporte glacial, dado que la alta temperatura y la recarga glacial propiciada por la posible presencia de lluvias invernales en este período pudieron aumentar el aporte de humedad a estos ambientes por licuación glacial. Consecuentemente, los parches durante este período mostrarían la menor abundancia y mayor segregación de todo el Holoceno, aunque su estabilidad pareciera ser bastante alta. La suma de estas características sugieren que las poblaciones de camélidos deben haber sufrido un importante impacto, reduciendo de manera importante su abundancia en una escala regional. De la misma manera, la estabilidad de los parches y la gran segregación espacial que presentarían durante este período coincidirían en propiciar un alta predicibilidad tanto espacial como temporal de la fauna en este lapso. En este sentido, la gran dispersión de los parches limitarían considerablemente el flujo de grupos de camélidos entre ellos, ya sea temporalmente como estacionalmente, volviéndolos tanto más predecibles como irregularmente distribuidos en la región.

Entre el 5000 y el 4000 podría observarse una recuperación en la disponibilidad de algunos ambientes freáticos y pluviales, particularmente en las cercanías a las surgentes de aguas subsuperficiales, y un empobrecimiento en la disponibilidad de localidades con aporte glacial. Estas condiciones sugerirían una recuperación de parches productivos durante este lapso aunque todavía moderadamente segregados y considerablemente inestables dado el aumento de la frecuencia de ENSO. Consecuentemente, la fauna presentaría una abundancia moderada y una baja predicibilidad tanto temporal como espacial, con una distribución moderadamente irregular.

		10000 a 8000 AP	8000 a 7000 AP	7000 a 6000 AP	6000 a 5000 AP	5000 a 4000 AP
Localidades disponibles		Ambientes fluviales, palustres y freáticos en menor medida.	Ambientes freáticos en particular, fluviales y palustres en menor medida.	Ambientes freáticos y glaciares en sus surgentes, salvo los más desarrollados y los fluviales con amplias áreas de captación de humedad.	Solo fluviales, palustres con amplias áreas de captación, particularmente los de abundante aporte glaciario. Escasos ambientes freáticos.	Ambientes fluviales y palustres, particularmente los más desarrollados. En menor medida los freáticos, salvo los más desarrollados.
Parches	Abundancia	Abundantes	Abundantes	Moderados	Escasos	Moderados
	Segregación	Poco segregados	Moderadamente segregados	Segregados	Muy segregados	Moderadamente segregados
	Estabilidad	Estables	Inestables	Moderadamente Estables	Moderadamente estables	Inestables
Camélidos	Abundancia	Abundantes	Abundantes	Moderados	Escasos	Moderados
	Distribución regional	Regular	Moderadamente regular	Moderadamente Irregular	Irregular	Moderadamente Irregular
	Predicibilidad espacio-temporal	Baja	Baja	Media	Alta	Baja

9.2.4. Alcances y limitaciones de este modelo

Sabemos que todo modelo es una simplificación de la realidad (Klimovsky 1994), siendo conscientes de que el mismo deja muchos casos particulares sin explicar. Al respecto, resaltamos que no hemos incluido en el mismo los recursos vegetales, que si bien, y como la evidencia etnográfica nos ha enseñado, son fundamentales en la dieta y tecnología de los grupos cazadores-recolectores en general, no parecieran ser tan relevantes en el caso de la puna. Además, hemos decidido no incluirlos debido a que para que fuese lo suficientemente preciso deberíamos contar con un cuerpo de datos del que en la actualidad no disponemos. Por otra parte, y como hemos sugerido y discutido anteriormente, no hemos modelizado los recursos de bajo ranking (ej. los roedores, las aves, etc.). Finalmente, también somos conscientes de la dificultad que presenta lograr cierto grado de precisión a la hora de generar expectativas sobre sistemas complejos, como el clima o el ambiente. En este sentido, no es casual que las expectativas sobre localidades disponibles se hayan descrito de manera general, ya que si nos hubiésemos referido a localidades geográficas particulares la tarea se hubiese vuelto titánica intentando controlar variables singulares de cada punto (ej. aspectos microtopográficos, modificaciones antrópicas, endicamientos naturales, etc.).

De todas formas, consideramos que este modelo posee tres virtudes principales. En primer lugar, creemos que nos brinda una visión lo suficientemente detallada como para poder hacernos una idea sobre la estructura de recursos en la Puna durante el período estudiado, planteando una base sólida para generar el modelo sobre estrategias cazadoras-recolectoras que presentamos en los próximos apartados. En segundo lugar, consideramos que es un modelo manejable que no pierde demasiada resolución en la información y que permite ser ampliado en el futuro incorporando otro tipo de recursos, o aumentar la resolución, sobre las localidades disponibles. Finalmente, consideramos que posee un interés metodológico particular. Dada la resolución que hemos logrado, confiamos en que brinda un buen punto de partida para detectar en nuestras futuras investigaciones localidades con ocupaciones humanas correspondientes al Holoceno Medio, el período arqueológicamente menos conocido del noroeste argentino.

9.3. El modelo sobre estrategias cazadoras-recolectoras según la estructura de recursos de la primera mitad del Holoceno en la Puna

9.3.1. Variables e indicadores arqueológicos del modelo sobre estrategias cazadoras-recolectoras.

En este modelo presentamos una serie de expectativas sobre aspectos organizativos de los grupos cazadores-recolectores que habitaron la Puna durante el período estudiado. Pero antes de comenzar a proponerlo debemos detenemos a explicar qué entendemos por cada una de las variables y sus expectativas arqueológicas. Así, si bien la mayoría de las mismas están contenidas y discutidas en el capítulo 2, aquí reseñamos algunos aspectos fundamentales a tener en cuenta a la hora de abordar y comprender el modelo.

Previamente vale aclarar dos cuestiones. Por un lado, este modelo no pretende hacer un abordaje integral y exhaustivo de todos los aspectos organizativos de estas sociedades. De este modo, discutimos y planteamos sólo las características generales que consideramos más importantes y que se desprenden más fácilmente del modelo de estructura de recursos presentado en los apartados anteriores. Investigaciones futuras nos permitirán retomar este modelo para volverlo más preciso y explicativo.

Por el otro, este modelo no presenta un espectro completo de las estrategias aplicables frente a los cambios en la estructura de recursos propuestos en el modelo anterior. Este presenta, más bien, aquellas estrategias y tendencias que consideramos más probables en función de minimizar los costos y priorizar la continuidad de los procesos frente a los citados cambios. En este

sentido, podríamos decir que este modelo de expectativas sobre estrategias cazadoras recolectoras tiene cierto contenido interpretativo que prioriza aquella serie de decisiones que tendieron a permitir a los grupos cazadores-recolectores permanecer en la región. Esto último se aclara particularmente porque coincidimos con Rafferty (1985) en que ante cambios en los condicionantes ambientales son posibles tres escenarios principales: la migración, la extinción y los cambios en aspectos organizativos. Al respecto estamos convencidos de que los tres escenarios fueron posibles, u ocurrieron efectivamente, en nuestra área de estudio, pero nos interesan particularmente aquéllos que pueden haber influido de manera más directa en los procesos culturales posteriores ocurridos en la región. Por esta razón es que hemos priorizado la continuidad.

En cuanto a la estructura del modelo, el mismo se construye sobre siete variables relacionadas a aspectos organizacionales de los grupos cazadores recolectores. Las presentamos y reseñamos sus características e indicadores arqueológicos principales a continuación:

9.3.1.1. Movilidad residencial:

Se han presentado extensamente los principales aspectos relativos a esta variable en uno de los apartados del capítulo 2, por lo que aquí solo nos remitiremos a los más importantes para nuestra área:

- a) Los grupos *forager* llevan los consumidores hacia los recursos alimenticios, con pocos movimientos logísticos, mientras que los *collector* se movilizan poco residencialmente hacia emplazamientos claves no solo relacionados con alimentos, sino con la disponibilidad de recursos estratégicos como el agua, realizando frecuentes y amplias partidas logísticas (Binford 1980)
- b) Cuando los recursos están más o menos homogéneamente distribuidos tanto temporal como espacialmente es más probable una estrategia de tipo *forager*, mientras que en ambientes más heterogéneos es más eficiente una estrategia de tipo *collector* (Kelly 1995).
- c) La frecuencia de movilidad residencial decrece a medida que los parches de recursos se vuelven más dispersos (Kelly 1995).
- d) En ambientes con estacionalidad marcada y/o con una variación altitudinal importante es posible que los grupos cazadores recolectores adecuen su movilidad a ciclos de agregación y dispersión (Guraieb 2001).
- e) En sistemas áridos los límites estacionales de disponibilidad de agua pueden favorecer una conducta de agregación (Lee 1979).

Los principales indicadores arqueológicos de cambios hacia una movilidad residencial reducida según Hocsman (2002) se producen en el patrón de asentamiento. Así, propone

asentamientos de mayor tamaño, duración y diferenciación tanto en su organización interna como en la variedad de sitios. Consecuentemente, en el caso de una alta movilidad residencial esperamos en general asentamientos de menor tamaño, duración y diferenciación, tanto interna como intersitio.

9.3.1.2. Estrategias de explotación de recursos

Hemos decidido dividir el abanico de estrategias de explotación en grupos cazadores recolectores en tres tipos relacionados fundamentalmente a la forma de obtención de alimentos. Estas estrategias son: a) oportunista, b) especializada y c) intensiva. Por oportunista entendemos una explotación general de los recursos disponibles en un área más o menos en la proporción o la frecuencia con los que los mismos se presentan, independientemente que se pueda tener alguna preferencia por alguno en particular. Por especialización entendemos a una de las formas de aumentar la eficiencia orientada a la obtención de algún recurso en particular, implicando generalmente una modificación en aspectos tecnológicos y organizativos para la obtención y procesamiento de un recurso. Por intensificación entendemos la modificación intencional de un recurso para aumentar su producción y productividad (Yacobaccio 2003). Al respecto recordamos del capítulo 2 que:

a) Para responder a condiciones de recursos riesgosos los cazadores-recolectores pueden recurrir a diversificar su dieta o aumentar su eficiencia, sea mediante la especialización o la intensificación.

En cuanto a los indicadores arqueológicos, para una estrategia oportunista esperaríamos una tecnología generalizada y una mayor diversidad de taxones en la arqueofauna de los sitios, estando esta última relacionada a la estructura de recursos del área de captación. Para una estrategia especializada esperaríamos una tecnología más específica y una reducción de los items explotados a favor del aumento de la frecuencia de taxones de alto ranking. Para una estrategia de intensificación se esperan modificaciones sustanciales en la tecnología orientada a la maximización de la obtención y procesamiento de recursos. Estas dos últimas estrategias no excluyen cierto nivel de consumo oportunista, pero ésta no debería ser la estrategia dominante.

9.3.1.3. Territorialidad

Como sugieren Aschero y Yacobaccio (1998/99, en Hocsman 2002) el comportamiento territorial más pronunciado se relaciona con la disminución de la movilidad y una demarcación más estricta de los territorios. Según Yacobaccio (2001) ella implica el abandono de acuerdos formales y

permisos para explotar recursos, llegando incluso a la defensa perimetral por la fuerza. Relacionándola a estos conceptos en nuestro modelo la hemos dividido en baja, moderada y alta.

Sus principales indicadores arqueológicos estarían sugeridos por la demarcación de identidad reflejada en la distribución de diseños, artefactos y materiales distintivos de un área, así como, en los casos más extremos, en indicadores de violencia interpersonal en el registro bioantropológico o el arte (Hocsman 2002).

9.3.1.4. Técnicas de caza

Esta variable se apoya exclusivamente en los modelos propuestos por Aschero y Martínez (2001) relacionado con las posibles estrategias de caza implementadas por los grupos cazadores recolectores en la Puna basándose en el registro arqueológico de Quebrada Seca en general y en las características de las puntas de proyectil en particular.

Al respecto los autores proponen cuatro modelos que contemplan artefactos, rasgos naturales y antrópicos específicos, sugiriendo a su vez, las posibles cronologías de implementación de cada uno de ellos. Dada su vinculación con las propiedades ambientales locales de la Puna, presentamos a continuación las características generales de cada uno de estos modelos sobre estrategias de caza, aunque para un mayor detalle deberá consultarse la fuente original (Aschero y Martínez 2001):

Modelo I: caza en espacios abiertos.

Se relaciona con puntas triangulares apedunculadas y uso de propulsor, grupos de cazadores reducidos, caza por aproximación a la presa (usualmente individuos aislados) en espacios abiertos, sin arreo ni persecución de tropas de camélidos.

Modelo IIa: caza por intercepción con uso de propulsor.

Este modelo también se relaciona con el uso de propulsor, pero con puntas con pedúnculo destacado y aletas entrantes (u hombros), caza sin arreo o con pocas personas dirigiendo las tropillas hacia angostos o geoformas naturales que funcionen como mangas de arreo. Los cazadores en este caso operan por ocultamiento y acecho en bordes altos de estos angostos o geoformas similares.

Modelo IIb: caza por intercepción con uso de lanza arrojada.

Postula el uso de lanzas de mano arrojadas con puntas lanceoladas de bordes subparalelos y escotadura en la base, para uso a corta distancia en un escenario natural similar al modelo IIa (angostos o mangas naturales), pero con la necesidad de a) arreo, b) reducción de distancia de tiro y c) mejores condiciones de ocultamiento (posible construcción de parapetos). Los autores sugieren

también la necesaria participación de mayor número de personas que los modelos anteriores para la operación de arreo, azuzamiento y acorralamiento

Modelo III: caza por acecho y uso de parapetos.

Este modelo está relacionado en sus características al anterior con el agregado indispensable de estructuras artificiales. La diferencia principal entre este modelo y el anterior es el uso simultáneo de gran cantidad de parapetos (más de 10) y un mayor número de personas involucradas en la partida de caza.

9.3.1.5. Items alóctonos: su abundancia relativa y forma de obtención

Para estimar esta variable, se la desdobló en los dos aspectos del título de este apartado. En este sentido, tanto su forma de obtención como su abundancia dependerá para cada sitio en particular debido a la distancia que puedan presentarse las materias primas. Teniendo esto en cuenta, lo que buscamos es estimar una media regional apoyándonos básicamente en el patrón de movilidad esperado y sus implicancias, por ejemplo el flujo de bienes y personas entre bandas o el acceso directo a las fuentes.

El indicador arqueológico de ambas subvariables es bastante complejo dado que debe tomarse el registro arqueológico en conjunto. De todas formas, la abundancia relativa de materias primas o bienes de mediana y larga distancia serán los principales elementos a ser tomados, junto con la distribución de sus fuentes, para la evaluación de esta variable.

9.3.1.6. Desigualdad social

Como sugiere Hocsman (2002) la existencia de desigualdad social entre personas implica el acceso diferencial a recursos, posición social, bienes de prestigio, etc., frecuentemente denotada por artefactos, ecofactos y estructuras en los sitios arqueológicos. Esto se vuelve particularmente visible en los ajuares de los entierros humanos. Ya se ha discutido en el capítulo 2 la relación entre la movilidad residencial y el surgimiento de desigualdad social por lo que no ahondaremos en el tema, más que recordando la importancia del nucleamiento de personas, el almacenaje y la intensificación para su desarrollo.

9.3.1.7. Tecnología

Esta variable se ha tratado de manera general caracterizándola en función de su especialización y estandarización. Por especialización nos referimos a cuántos items tecnológicos se emplean para una tarea; es decir, una baja especialización implicaría el uso de pocos items para una

tarea determinada, mientras que una alta especialización estaría indicada por el uso de numerosos ítems diferentes para esa misma tarea, implicando el aumento relativo de ítems en los sitios.

Por estandarización nos referimos a cuán similares son entre sí los ítems utilizables alternativamente para una misma tarea. La estandarización está estrechamente relacionada a su *performance* (*sensu* Hughes 1991) y la eficiencia en el trabajo; así, una baja estandarización implicaría artefactos formalmente muy diferentes para cumplir con una tarea particular, mientras que la estandarización implicaría artefactos formalmente muy similares.

9.3.2. El modelo sobre estrategias cazadoras-recolectoras en función de la estructura de recursos de la primera mitad del Holoceno en la Puna.

Ahora que hemos definido cada una de las variables y citado sus indicadores arqueológicos presentamos el modelo. De la misma manera que con el modelo anterior, comenzamos describiéndolo detalladamente y al final lo resumimos gráficamente.

Del 10.000 al 8.000 AP

Según lo sugerido para los primeros 2000 años del Holoceno por el modelo sobre estructura de recursos, la estrategia de movilidad residencial más compatible con una escasa segregación, alta abundancia y estabilidad de parches, así como la baja predicibilidad de camélidos, es la de una movilidad residencial frecuente, tipo *forager* punto a punto (*sensu* Binford 1980). En este sentido, la abundancia de camélidos y recursos críticos como el agua en estas áreas, así como la relativa estabilidad del paisaje debe de haber minimizado los costos y el riesgo derivado de esta estrategia de movilidad, particularmente si la asociamos a una explotación de recursos de tipo oportunista. Así, una estrategia oportunista en un paisaje con un oferta relativamente estable aunque poco predecible de recursos de alto ranking debe de haber favorecido el consumo de una amplia gama de taxones que incluiría a los de bajo ranking (localizados y predecibles), posiblemente incorporados en los circuitos de recolección. Sabemos que una alta movilidad residencial suele asociarse a baja demografía, consecuentemente esperamos bandas relativamente pequeñas. Esto coincidiría con los modelos de técnicas de caza de Aschero y Martínez (2001) que esperamos en esta cronología, modelos 1 y 2a, que implican caza por aproximación a la presa y acecho con proyectiles de propulsor y partidas de caza relativamente pequeñas o solitarias. Por otra parte la frecuente movilidad residencial favorecería también una amplia área de captación de recursos no móviles, como las materias primas líticas alóctonas de larga distancia que estarían aseguradas en bajas proporciones por adquisición directa, mientras que la mayor proporción de materias primas serían

de origen local y de media distancia. Consecuentemente, esperamos que los artefactos confeccionados con las materias primas alóctonas estén altamente conservados y reactivados y empleados principalmente en la confección de herramientas con las exigencias más altas de *performance*, como las puntas de proyectil, dado los altos costos de pérdida que implicaría la falla de los mismos frente a la baja predicibilidad de los recursos. Por otra parte, dada la alta movilidad residencial se esperaría una baja inversión de energía en el área de habitación y escasa posesión de pertenencias personales lo que mantendría un bajo nivel de diferenciación social dentro del grupo.

Del 8000 al 7000 AP

Para este período, las características generales de estos grupos continuarían siendo muy similares, aunque la mayor inestabilidad de los parches derivada de las fuertes sequías generadas por eventos como ENSO, pueden haber impulsado algunos cambios. En este sentido, durante estos eventos de reducción de la abundancia regional de parches y recursos críticos más localizados como el agua, pudo haber favorecido eventos aislados de nucleamiento de bandas, posiblemente relacionadas parentalmente, en puntos discretos del espacio puneño. De la misma manera, a partir de estos eventos de nucleamiento pueden haber surgido los primeros ensayos de caza con partidas más amplias con arreo y eventualmente con lanzas arrojadas (i.e. modelos 1, 2a y eventualmente 2b). Otros factores que deben haber sido favorecidos por estos eventos aislados de nucleamiento pueden ser la circulación de bienes, particularmente materias primas alóctonas de larga distancia, y de personas, ampliando las redes de parentesco y la circulación de información que generaría un conocimiento más detallado de localidades distantes. Ante la mayor inestabilidad del ambiente, y el consecuente aumento del riesgo de pérdida, es posible que se haya aumentado el grado de estandarización en los items extractivos (*sensu* Boussman 1991).

Del 7000 al 6000 AP

Este período está marcado por el comienzo de una reducción marcada en la abundancia y segregación regional de los parches productivos y por un aumento en la estacionalidad de las lluvias, volviendo más predecibles tanto los recursos móviles de alto ranking (i.e. principalmente camélidos) como los no móviles (i.e. vegetales y el agua). Así, es posible que esos eventos aislados de nucleamiento producidos durante el período anterior, se hayan vuelto más frecuentes, probablemente estacionales, favoreciendo algunos cambios importantes y acentuando algunos ya comenzados. En este último sentido, por ejemplo, durante este lapso postulamos una coexistencia efectiva entre dos técnicas de caza (modelo 2a), caza por acecho con propulsor y pequeños grupos para los momentos de alta movilidad (i.e. en los períodos más productivos del ambiente, estación húmeda) y caza por arreo con lanzas arrojadas y partidas numerosas en los momentos de nucleamiento poblacional (i.e. modelo 2b, estación seca). De la misma manera, es posible que se

hayan acentuado los mecanismos de intercambio de bienes, manifestándose en un aumento progresivo en la abundancia de materias primas y bienes autóctonos. También el intercambio de personas pudo haberse incrementado ampliando aún más las redes de parentesco, e información, posibilitando quizás un grado mayor de estandarización en variables de *performance* de artefactos y en aspectos estilísticos del arte. Estos aumentos demográficos periódicos, a su vez, deben haber producido una consecuente especialización en los recursos de alto ranking, dado que en muchas de estas localidades de agregación es posible que los alternativos fueran escasos. De la misma manera dichos eventos deben haber colaborado con el surgimiento de cierto grado de desigualdad social en las tareas relacionadas a las periódicas tareas grupales de caza. Es posible que el interjuego que se dio en estos puntos discretos del espacio entre el intercambio de personas, el posible aumento de la desigualdad y la redundancia periódica de ocupación hayan favorecido una idea de pertenencia y protección de los recursos en estas localidades, iniciando algún tipo de cambio en los patrones funerarios y un aumento en la territorialidad.

Del 6000 al 4000 AP

Finalmente podríamos tomar como un gran bloque al período comprendido entre el 6000 y el 4000 AP. La escasez de ambientes productivos, fundamentalmente de aquéllos con presencia estable de agua y la reducción regional de las poblaciones de camélidos, así como la alta predicibilidad de éstos y su relativa estabilidad espacio temporal deben haber generado una fuerte presión hacia el nucleamiento efectivo de poblaciones. De esta manera, consideramos que aquí se da una fuerte ruptura en el patrón de movilidad de las bandas. Así, estas bandas de cazadores-recolectores antes altamente móviles y de estrategia *forager* pueden comenzar a caracterizarse como cazadores recolectores de movilidad residencial reducida con una estrategia *collector*. Consideramos, también, que en esta cronología se registran cambios en casi todas las variables propuestas en este modelo. Las técnicas de caza son un claro ejemplo al respecto. A partir de este período se esperaría un gradual abandono de la caza por acecho y proyectiles de propulsor (modelos 1 y 2a) a favor de la caza con participación de gran número de personas por arreo y caza con lanza arrojadiza (modelos 2b y 3). De la misma manera, las características y posibilidades brindadas por esta estrategia de caza aplicada sistemáticamente favorece el proceso de intensificación, aunque ésta no es la única variable que entra en juego. Consideramos que durante este período, y derivado del conocimiento gradual del comportamiento de los camélidos en los cuatro milenios previos, sumado a la obligada convivencia de los mismos con los grupos humanos en parches discretos y escasos de la región, pudo haber presentado las condiciones suficientes y necesarias para permitir un gradual manejo de manadas que sería el paso previo al proceso de domesticación. De este modo es que estamos pensando en una estrategia de intensificación de este recurso, posiblemente asociada a una

especialización y estandarización en la tecnología. De la misma manera que con las técnicas de caza la reducción de la movilidad debe haber producido una suerte de efecto en cascada de algunos de los comportamientos que en períodos anteriores solo comenzaban a manifestarse. A este respecto, la alta estabilidad residencial pudo traer aparejada una alta inversión de energía en el área de asentamiento, no solo en su mantenimiento sino con la posible aparición de la arquitectura expresada en estructuras de habitación, parapetos para la caza, escondrijos para almacenamiento (una estrategia importante en grupos de movilidad reducida), etc. Así, es posible también, que en una escala regional se puedan detectar otro tipo de sitios con ocupaciones eventuales que representen ocupaciones puntuales de partidas logísticas. Por otro lado, la estabilidad de los asentamientos, las relaciones parentales consolidadas durante los dos milenios previos por los ciclos de agregación y el aumento territorialidad pudieron haber favorecido la consolidación de circuitos formales de circulación de bienes y personas. La tendencia a una desigualdad creciente con el aumento de la estabilidad residencial debe haberse acentuado fuertemente, más si tomamos en cuenta las posibilidades de almacenaje asociadas a la intensificación, las posibilidades de acceso diferencial a bienes alóctonos de prestigio propiciados por redes de intercambio cada vez más formales, y de la posesión de ciertos camélidos silvestres en cautiverio relacionado con el manejo de manadas. Por otra parte, así como los vivos estarían nucleados, los muertos también deberían de estarlo. Al respecto consideramos que durante este período deberían conformarse las primeras áreas de entierro formales y nucleadas en las proximidades de estos puntos de agregación. En relación con el aumento en la desigualdad social es posible que los ajuares también hayan sufrido cambios, posibilitando la anexión a los mismos de elementos relacionados a las fuentes de prestigio antes citadas.

		10000 a 8000 AP	8000 a 7000 AP	7000 a 6000 AP	6000 a 4000 AP
Movilidad residencial		Alta movilidad residencial, tipo <i>Forager</i> punto a punto	Alta movilidad residencial, tipo <i>Forager</i> punto a punto, con eventos aislados de nucleamiento de bandas.	Moderada movilidad residencial, tipo <i>Forager</i> punto a punto, con eventos frecuentes, posiblemente estacionales de nucleamiento de bandas.	Baja movilidad residencial, con asentamientos nucleados y estables, tipo <i>Collector</i> .
Estrategia de explotación de recursos		Oportunista	Especialización		Intensificación
Territorialidad		Baja		Moderada	Alta
Técnica de caza (Aschero y Martínez 2001)		Modelos 1 y 2a	Modelos 1 y 2a, primeros ensayos de 2b	Coexistencia de modelo 2a en est. húmeda y 2b en seca	Modelos 2b y 3
Circulación de items alóctonos	Forma de adquisición	Acceso directo	Acceso directo y en menor medida intercambio	Intercambio y acceso directo	Por incipientes redes de intercambio
	Abundancia relativa en el RA	Escasa	Escasa en aumento	Moderada	Abundante
Desigualdad social		Escasa		Escasa o temporal asociadas a modelo de técnica de caza 2b	Presente relacionada a acceso de bienes alóctonos e intensificación
Tecnología		Generalizada y poco estandarizada.	Generalizada y más estandarizada.	Más especializada y estandarizada.	Estandarizada y especializada.

9.3.3. Testeando el modelo arqueológico

Si comparamos la información arqueológica provista por el capítulo 5 de esta tesis con las expectativas resumidas en el modelo que antecede, observamos que las evidencias presentadas en dicho capítulo se ajustan, en términos generales, ampliamente al último.

Así, tanto la evidencia proveniente de la vertiente chilena como de la argentina de la Puna de Atacama para el Holoceno Temprano sugiere alta movilidad residencial (en general sitios con amplia representación de actividades) y con aprovechamiento oportunístico de los recursos disponibles localmente y gran variación intersitio en la representación de fauna de alto y bajo ranking. Al respecto, la información proveniente de IC4, H2 y Pintoscayoc con alta abundancia de fauna de bajo ranking y Tulán 1 y Huachicacona III E3 con alta proporción de camélidos para este

período parecen apoyar esta interpretación. La presencia exclusiva de puntas triangulares (i.e. triangulares pequeñas con base escotada o recta y con ápice aguzado o sin él) en el Holoceno Temprano como en IC4, H2, QS3 y la progresiva aparición de tetragonales con pedúnculo destacado recién a partir del 8500 AP aprox. en Tambillo, Hornillos 2 y QS3 parecen coincidir con las expectativas generadas para las estrategias de caza. La ausencia de evidencias marcadas de diferenciación social y la escasa proporción de materias primas alóctonas (aunque sí existen de manera eventual evidencias de algunos items como valvas y vegetales provenientes de la costa y de las yungas respectivamente) parecen apoyar las expectativas del modelo.

Para el comienzo del Holoceno Medio, entre el 8000 y el 6000 AP, comienza registrarse una tendencia creciente hacia la especialización en el consumo de camélidos que econtrarará una tendencia bien definida hacia el 7000 – 6000 AP según sugiere la fauna de H2, QS3 (NM) y los sitios de la quebrada de Puripica. La presencia de puntas tetragonales hacia el 8000 AP (H2 y Tambillo 1), así como de lanceoladas grandes hacia el 7000 AP en QS3 y la coexistencia de lanceoladas grandes y triangulares grandes y pequeñas hacia el 6.500 AP en Hornillos 2, parecen coincidir con las expectativas sobre técnicas de caza y sus implicancias (i.e. movilidad y tamaño de las partidas de caza), presentándose coherente con la gradiente de especialización en camélidos. Lo mismo sugiere en relación con la movilidad y los eventos de intercambio el aumento progresivo en la presencia de materias primas alóctonas (invirtiendo las proporciones en relación a las materias primas disponibles localmente) en sitios como Hornillos 2. La aparición de sitios con funcionalidad diferente como la sugerida por ocupaciones someras y fogones eventuales datados en la quebrada de Puripica parecen apuntar en la misma dirección.

Las expectativas para el Holoceno Medio final (i.e. 6000 – 4000 AP) parecen encontrar su correlato más directo en los sitios chilenos de Isla Grande, de Tulán (ej. 51 y 52) y Puripica (ej. 33 y 34), aunque los cambios también son evidentes en IC7. La presencia casi exclusiva de camélidos en los sitios de este período sumado a variantes osteométricamente caracterizadas como de tamaño similar a la llama actual en Tulán 52, Puripica 1 e IC7 parecen apuntar en dirección a los comienzos de la intensificación. Al respecto esta tendencia también se hace evidente en el aprovechamiento vegetal si observamos la abundancia y estandarización de los morteros con hueco cónico de los sitios chilenos del período. Con relación a la movilidad, los sitios chilenos con estructuras como Isla Grande, Tulán 51 y 52 y Puripica 1, muestran claramente un cambio substancial en el patrón de movilidad, con una marcada reducción de la movilidad residencial y el posible nucleamiento de poblaciones. La asociación de restos humanos con ajuares como los de IC4 (capa 1a, 5200 AP) o CHIII, E2, pueden estar sugiriendo a su vez un aumento en la desigualdad social.

9.3.4. Alcances y limitaciones del modelo arqueológico

Una vez más debemos recordar que todo modelo es una simplificación de la realidad y como tal no esperamos que muchos casos particulares sean explicados por el mismo. Más aún, consideramos que a medida que contemos con una mayor abundancia en la información paleoambiental de escala local nos irá permitiendo agregar resolución al mismo. En particular, creemos relevante lograr la resolución necesaria para poder diferenciar las expectativas sobre áreas evidentemente diferentes en su estructura ambiental como la Puna Seca, la Puna Salada y el área del salar de Atacama. Al respecto consideramos posible en el futuro generar expectativas diferentes para el registro de cada una de ellas, como hemos sugerido en particular para el caso del Salar de Atacama en otro trabajo (Yacobaccio y Morales 2004).

En cuanto a las virtudes de este modelo consideramos que, si bien en un grano grueso, nos brinda una base de expectativas manejables a partir de la cual podemos hipotetizar dónde buscar, qué características esperar y a qué procesos se debería el registro arqueológico de la región. A su vez, brinda un buen punto de partida para elaborar futuras preguntas e hipótesis para contrastar, mejorar o desestimar el modelo. Así, la única exigencia que creemos este modelo debe cumplir es que funcione como una herramienta arqueológica útil para guiar nuestras investigaciones.

Capítulo

10

Aportes, conclusiones y perspectivas futuras

Como habíamos anticipado en el primer capítulo, los aportes de esta tesis superan ampliamente el análisis paleoambiental de dos localidades de la puna argentina. Consideramos que el mismo ha presentado un abordaje metodológicamente distinto, que ha implicado el uso de la información paleoambiental como fuente primaria de expectativas arqueológicas. En este sentido, consideramos que esta tesis ha:

- revisado gran parte de la información paleoambiental disponible para el área andina proveniente de diferentes proxies de mesoescala.
- discutido dicha información en el marco de patrones de circulación climática hemisférica que poseen una intervención importante en la conformación del ambiente en escalas menores.
- modelizado las condiciones climáticas presentes en la región durante la primera mitad del Holoceno y planteado las expectativas sobre las condiciones ambientales locales resultantes de su acción.
- refinado y precisado dicho modelo mediante el análisis de condiciones ambientales en localidades particulares durante el citado período mediante la información producida por el análisis de diatomeas.
- generado un modelo sobre localidades disponibles, características de los parches de recursos y del recurso camélido en particular, durante el período.
- derivado y discutido un modelo sobre aspectos organizativos de los grupos cazadores recolectores que habitaron la región durante la primera mitad del Holoceno que nos permitirá guiar nuestras futuras investigaciones arqueológicas.

Por otra parte, debemos recordar y evaluar los objetivos particulares y las hipótesis propuestos para esta tesis en el capítulo 1. Así hemos cumplido con nuestros objetivos particulares:

- estimando las características y los cambios ambientales de ambas localidades estudiadas (i.e. Lapao y Ramadas).
- generado un modelo sobre estructura/s de recursos a partir de la información paleoambiental y paleoclimática preexistente y de los resultados del punto anterior.
- interpretando mediante la construcción de un modelo teórico que contiene expectativas arqueológicas la relevancia de dicha/s estructura/s de recursos.

Con relación a las hipótesis, creemos que esta tesis ha cumplido con brindar información en dirección a sustentar que:

- a) pareciera no existir una relación directa entre las condiciones ambientales locales y globales. Hemos discutido y comenzado a brindar evidencias de que las manifestaciones locales pueden presentar tendencias diferentes y aún opuestas a las sugeridas por cambios ambientales de escala global. Los responsables de estas diferencias parecen estar relacionados con los aspectos citados en nuestra hipótesis a) del capítulo 1, particularmente por los microtopográficos, los regímenes de humedad dominantes y algunos patrones climáticos continentales.
- b) a partir del modelo teórico generado sobre la estructura y características de los parches recursos durante la primera mitad del Holoceno, pareciera sugerir que el Holoceno Medio se caracteriza por un aumento gradual del contraste entre parches productivos y la media regional de disponibilidad de recursos. Esto no solo implica como hemos sugerido en nuestra hipótesis b) del capítulo 1, una progresiva concentración de recursos en parches particulares, sino una mayor predicibilidad espacio-temporal de dichos recursos y parches.
- c) con relación al hiato ocupacional (hipótesis c) del capítulo 1), pareciera solo registrarse en el Salar de Atacama como hemos sugerido en otro trabajo (Yacobaccio y Morales 2004). En una escala regional, según lo evidenciado hasta aquí por nuestros modelos teóricos sobre recursos, existirían localidades con una capacidad de sustentación suficiente para grupos humanos que hayan modificado aspectos de su organización. Al respecto, no solo hemos estudiado dos de estas localidades mediante el análisis de diatomeas fósiles, sino que hemos propuesto la posible ubicación de muchas otras en términos de sus fuentes de humedad.

- d) las modificaciones organizacionales de los grupos humanos que habitaron el área durante el lapso estudiado (hipótesis d) del capítulo 1), efectivamente pudieron estar relacionadas a cambios en el patrón de movilidad residencial, en la organización tecnológica, en estrategias de caza, en las estrategias de explotación de recursos y en el aumento de la desigualdad social, como hemos propuesto en el modelo y como pareciera evidenciar la información arqueológica disponible en el capítulo 5. Otros cambios como, por ejemplo, en la forma de adquisición y frecuencia relativa de utilización de items alóctonos, en el aumento de la territorialidad y cambios en los sistemas de armas y en la especialización tecnológica parecen posibles consecuencias relacionadas.

Consideramos que lejos de estar conformes con el funcionamiento de las hipótesis y modelos propuestos en esta tesis, el trabajo de generar modelos precisos y explicativos recién comienza. Al respecto, los mismos solo sientan algunas bases para futuras investigaciones que implicarán un estudio extensivo de condiciones paleoambientales en diferentes localidades, tanto de la Puna Seca como de la Puna Salada, que nos permita precisar nuestros modelos sobre estructura de recursos y localidades disponibles para cada una de estas áreas en particular. Por otro lado, esperamos que existan diferencias en las expectativas arqueológicas sobre cada una de ellas que se expresaría en una variabilidad de la que aún no podemos dar cuenta.

Finalmente, siguen siendo muy escasos los sitios arqueológicos que aportan información sobre las características de las ocupaciones humanas durante la primera mitad del Holoceno. Consideramos prioritario continuar relevando información arqueológica de este período, dado que esta escasez, creemos, enmascara una variabilidad mucho mayor que deberemos intentar descubrir, explicar y modelizar si nos interesa acercarnos, al menos levemente, a las posibles relaciones existentes entre grupos humanos y su medio. Así, esta variabilidad de respuestas nos ayudaría a entender y explicar lo que creemos nuestro rasgo distintivo como especie: nuestra casi ilimitada plasticidad para afrontar problemas.

Bibliografía

- Abbott, M.; Binford, M. W.; Brenner, M. y K. R. Kelts
1997. A 3500 ¹⁴C yr High-Resolution Record of Water-Level Changes in Lake Titicaca, Bolivia/Peru. En *Quaternary Research* 47:169-180.
- Alley, R. B.
2000. Ice-core evidence of abrupt climate changes. En *PNAS Vol. 97, No. 4*:1331-1334.
- Aguerre, A; Aschero, C. y A. Fernández Distel.
1973. Hallazgos de un sitio acerámico en la Quebrada de Inca Cueva (Provincia de Jujuy). En *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. Tomo VII, Nueva Serie, Buenos Aires.
- Arzamendia, Y. y B. L. Vila
2003. "Estudios de comportamiento y organización social de vicuñas, en la Reserva de la Biosfera Laguna de Pozuelos, Jujuy, Argentina, como línea de base para el manejo sostenible de la especie". En *Memorias del III Congreso Mundial sobre Camélidos, 1er. Taller internacional de DECAMA* (Eds CIF, FCAy P- UMSS), Vol I, pp.187-192 Potosí, Bolivia.
- MS. Estudios etoecológicos de vicuñas en un Plan de Manejo sustentable: Cieneguillas, Jujuy. I En *Foro Internacional sobre gestión sostenible de la vicuña y el guanaco*. 23-25 Julio. Lima, Perú.
- Aschero, C. A.
1976. Un asentamiento acerámico en la Quebrada de Inca Cueva (Jujuy) – Informe preliminar sobre el sitio Inca Cueva 4. En *Actas de las Jornadas de Arqueología del Noroeste Argentino*. Antiquitas No.2:159-183. Buenos Aires.
- Aschero, C. y J. Martínez
2001. Técnicas de caza en Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional Argentina. En *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. Tomo XXVI. pp: 215-241. Buenos Aires.
- Aschero, C; Elkin, D. y E. Pintar.
1998. Aprovechamiento de recursos faunísticos y producción lítica en el Preacerámico Tardío. Un caso de estudio: Quebrada Seca 3 (Puna Meridional Argentina). En *XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*. Santiago Chile.
- Aschero, C.; De Nigris, M.; Figuerero Torres, M. J.; Guráieb, A. G.; Mengoni Goñalons, G. y H. D. Yacobaccio
1999. Excavaciones recientes en Cerro de los Indios I, Lago Posadas (Santa Cruz): Nuevas perspectivas. En *Soplando en el Viento, Actas de las Terceras Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp:269-286. Universidad Nacional del Comahue e INAPL.
- Baiead, C. A. y J. C. Wheeler.
1993. Evolution of high Andean Puna ecosystems: Environment, climate, and culture change over the last 12000 years in the central Andes. En *Mountain Research Development* 13:145-156.

- Battarbee, R. W.
1986. Diatoms Analysis. En *Handbook of Holocene paleoecology and paleohydrology*. pp:527-570. Editado por B. E. Berlung, J. Wiley & Sons, New York.
- Binford, L.
1980. Willow Smoke and Dogs' Tails: Hunter-Gatherers Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *American Antiquity* 45:4-20.
2001. Human Actors and Their Role in the Evolutionary Play. En *Constructing Frames of References*. pp:32-52.
- Bousman, C. B.
1993. Hunter-Gatherer adaptations, economic risk and tool design. En *Lithic Technology* vol.18, nr. 1 y 2.
- Bradbury, J. P.; Grosjean, M.; Stine, S. y F. Sylvestre.
2001. Full and Late Glacial Lake Records Along the PEP 1 Transect: Their Role in Developing Interhemispheric Paleoclimate Interactions. En *Interhemispheric Climate Linkages*. pp:265-291. Academic Press.
- Buitrago, L. G. y M. T. Larrán.
1994. *El clima de la Provincia de Jujuy*. Facultad de Ciencias Agrarias – UNJu. Jujuy.
- Bullard, F. E.
1997. Vegetation and dryland geomorphology. En *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Dryland, 2nd edition*. Editado por D. S. G. Thomas. Willey y Sons Ltd. UK.
- Cabrera, A. L.
1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Segunda edición*. Tomo 2-1. Bs. As.
- Cajal, J. L.
1983. *Estructura social y área de acción del guanaco en la reserva San Guillermo (San Juan)*. SECYT. Buenos Aires.
- Cardillo, M.
MS. Informe sobre los gasterópodos de Quebrada de Lapao. 2002.
- Cartajena, I.; Núñez, L. y M. Grosjean
2003. Los camélidos en la vertiente oriental de la Puna de Atacama: una visión desde le arcaico temprano al formativo temprano. Trabajo presentado en el *III Taller de Zooarqueología de Camélidos, ICAZ-GZC*. Tilcara, Jujuy.
- Cashdan, E.
1992. Spatial Organization and Habitat Use. En *Evolutionary Ecology and Human Behavior*. Editado por E. Smith y B. Winterhalder. pp:237-266. Aldine de Gruyter. New York.
- Castro, V. y M. Tarragó.
1992. Los Inicios de la Producción de Alimentos en el Cono Sur de América. En *Revista de Arqueología Americana No.6*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
- Catá, M. P.
MS. Los primeros 4000 años de ocupación humana en la Puna: cambios y tendencias en el consumo de la fauna. Ponencia del *XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. 2004.

- Catalano, L. R.
1927. *Datos hidrológicos del Desierto de Atacama. Territorio Nacional de Los Andes*. Ministerio de Agricultura de la Nación. Buenos Aires.
- Clapperton, C.
1993. *Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam.
- Clutton-Brock, J.
1987. *A natural history of domesticated mammals*. Cambridge University Press and British Museum (Natural History), London.
- De Wolf, H.
1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. En *Geological Survey of the Netherlands*. The Netherlands.
- Dincauze, D. F.
2000. *Environmental Archaeology: Principles and Practice*. Cambridge University Press. UK.
- Elkin, D. y S. Rosenfeld.
2000. Análisis faunístico de Pintoscayoc 1 (Jujuy). En *El uso de los camélidos a través del tiempo*. pp:29-65. Editado por Mengoni Goñalons G. L., Olivera, D. E. y H. D. Jacobaccio. GZC e ICAZ. Ediciones del Tridente. Buenos Aires.
- Fernandez, J.
1996. Potrero de Caballo Muerto: aspectos arqueológicos, cronológicos y paleoambientales del precerámico tardío en el ecosistema higrófilo de las vegas puneñas. En *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (13ª Parte)*. Tomo XXV (1/4):23-52. San Rafael, Mendoza.
- Germain, H.
1981. *Flore des diatomeés*. Societe Nouvelle des editions Boubée. Paris.
- Graf, K.
1977. Nuevos datos palinológicos del Cuaternario alto de Bolivia. En *Boletín Geológico del Servicio Geológico de Bolivia*. Serie A, Vol 1. No. 1
1992. Pollendiagramme aus den Anden: Eine Synthese zur Klimageschichte und Vegetationsentwicklung seit der letzten Eiszeit. En *Physische Geographie Vol. 34*. University of Zurich. Switzerland.
- Grosjean, M.
1991. Paleohydrology of the Laguna Lejía (North Chilean Altiplano) and climatic implications for late-glacial times. En *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 109:89-100.
- Grosjean, M. y L. Núñez.
1994. Lateglacial, Early and Middle Holocene Environments, Human Occupation, and Resource Use in the Atacama (Northern Chile). En *Geoarchaeology* 9:271-276.
- Guráieb, A. G.
2001. La agregación en cazadores-recolectores: aportes desde la etnografía y la arqueología. En *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología. Tomo XXVI*. pp:369-383. Buenos Aires.
- Hall, R. I. y J. P. Smol.
1999. Diatoms as indicators of lake eutrophication. En *The Diatoms: Applications for the environmental and earth science*. pp:128-168. Cambridge University Press. London.

Halstead, P. y J. O'Shea.

1989. Introduction: cultural responses to risk and uncertainty. En *Bad year economics: cultural responses to risk and uncertainty*. pp:1-8. Editado por P. Halstead y J. O'Shea. Cambridge University Press. New York.

Herbst, N. y N. I. Maidana.

1988. *Amphora tucumana* sp. nov., a new species from Cumbres Calchaquíes, Tucumán, Argentina. En *Diatom Research* 3:37-54.

Hocsman, S.

2002. ¿Cazadores-recolectores complejos en la puna meridional argentina? Entrelazando evidencias del registro arqueológico de la microrregión de Antofagasta de la Sierra (Catamarca). Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXVII, Buenos Aires.

Hugget, C.

1991. *Climate, Earth Process and Earth History, Vol 1*. Springer-Verlag, Berlín.

Hughes, S. S.

1991. Getting to the Point: Evolutionary Change in Prehistoric Weaponry. En *Journal of Archaeological Method and Theory, Vol 5, No. 4*:345-408. Plenum Press. New York and London.

Kelly, R. L.

1995. *The Foraging Spectrum. Diversity in Hunter-Gatherers Lifeways*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

Kosse, K.

1994. The Evolution of Large, Complex Groups: A Hypothesis. *Journal of Anthropological Archaeology* 13: 35-50.

Krammer, K. y H. Lange-Bertalot.

1991-1996. *Bacillariophyceae*. Tomos 1, 2, 3 y 4. Fisher, Jena.

Lange-Bertalot, H.

2001. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*. Editado por H. Lange Bertalot. Vol. 2. ARG Ganter Verlag K. G.

Lee, R.

1979. *The !Kung San: Men, women and work in foraging society*. Cambridge University Press. Cambridge.

Lotter, A. F.; Pienitz, R. y R. Schmidt

1999. Diatoms as indicators of environmental change near arctic and alpine treeline. En *The Diatoms: Applications for the environmental and earth science*. pp:205-226. Cambridge University Press. London.

Lowe, R. L.

1974. *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. National Environmental Research Center. U. S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio.

Lupo, L. C.

1998. *Estudio sobre la lluvia polínica actual y la evolución del paisaje a través de la vegetación durante el Holoceno en la cuenca del río Yavi. Borde Oriental de la Puna, Noroeste Argentino*. Disertación para el grado de doctor en Filosofía Fakultät für Geschichts- und Geowissenschaften Universität Bamberg. Bamberg, República Federal de Alemania.

- Lynch, T. F.; Gillespie, R.; Gowlett, J. A. J. y R. E. M. Hedges
1985. Cronology of El Guitarrero Cave, Peru. En *Science* 229:867.
- Maidana, N. I.
1996. Asociación de diatomeas fósiles del sitio arqueológico Potrero del Caballo Muerto (Puna de Jujuy, Argentina). En *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (13ª Parte)*. Tomo XXV (1/4):53-60. San Rafael, Mendoza.
- Maidana, N. I. y N. Herbst.
1998. Diatomeas (Bacillariophyceae) de la Laguna Nostra (Cumbres Calchaquíes), Provincia de Tucumán, República Argentina. En *Darwiniana* 29:63-76.
- Maidana, N. I. y D. Kligmann.
1996. Diatomeas del alero de las Circunferencias. MS.
- Maidana, N. I.; Vigna, M. S. y V. Mascitti
1998. Ficoflora de la Laguna de los Pozuelos (Jujuy, Argentina) I: Bacillariophyceae. En *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 33:171-179.
- Markgraf, V.
1985. Paleoenvironmental history of the last 10.000 years in Northwestern Argentina. En *Zentralblatt fur Geologie und Palaontologie*, T.1 (11/12): 1739-1748, Stuttgart.
- Marshall, L.
1965. The !Kung Bushmen of the Kalahari Desert. En *Peoples of Africa*. pp:243-278. Editado por J. L. Gibbs JR. Holt, Rinehart and Winston Inc. EUA.
- Martínez, J.
1997. Estrategias y Técnicas de Caza. Análisis Tipológico-Tecnológico de Proyectiles Arqueológicos. En *Trabajo Final de la Carrera de Arqueología*. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Meguel Lillo, UNT.
- Martinez Macchiavello, J. C. y L. Díaz.
1997. Diatomeas (chrysophita-Bacillariophyceae) de un perfil de una turbera de Milluyoc, Provincia de Jujuy, Argentina. En *Insula* 26:29-44. Florianópolis.
- Martinez Macchiavello, J. C.; De la Fuente, G. y N. Ratto
1990. La utilización de diatomeas (Bacillariophyta) en la investigación arqueológica: una perspectiva interdisciplinaria. En *Arqueología* 9.
- Mine, L. y K. Smith
1989. The spirit of survival: cultural responses to resource variability in North Alaska. En *Bad year economics: cultural responses to risk and uncertainty*. pp:8-39. Editado por P. Halstead y J. O'Shea. Cambridge University Press. New York.
- Muscio, H. J.
1998. Tendencias en la variabilidad ambiental de la Puna Argentina: Implicancias para la Ecología Humana Prehistórica y para los Paisajes Arqueológicos. En *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 18:271-296.
2000.
- Nelson, M.
1991. The study of technological organization. En *Archaeological Method and Theory* 3:57-100. Editado por M. Schiffer. University of Arizona Press. Tucson.

- Núñez, L.
1983. Paleo-indian and archaic cultural periods in the arid and semiarid regions of northern Chile. En *Advances in World Archaeology* 2:161-201.
1992. Ocupación arcaica en la puna de Atacama: secuencia, movilidad y cambio. En *Prehistoria Sudamericana – Nuevas Perspectivas*:283-307. Editado por B. J. Meggers. Taraxacum, Washington.
- Núñez, L; Grosjean, M. e I. Cartagena.
2001. Human dimensions of Late Pleistocene/Holocene Arid Events in Southern South America. En *Interhemispheric Climate Linkages*, 7. Academic Press.
- Olivera, D. E.
1991. *Tecnología y estrategias de adaptación en el Formativo (Agroalfarero Temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un caso de estudio: Antofagasta de la Sierra (pcia. de Catamarca R.A.)*. Tesis Doctoral UNLP.
1997. La importancia del recurso *Camelidae* en la Puna de Atacama entre los 10.000 y 500 años A.P. En *Estudios Atacameños* 14. San Pedro de Atacama, Chile.
- Philander, G.
1989. El Niño and La Niña. En *American Scientist* Vol 77:451-459.
- Pintar, E.
1996. Movilidad, artefactos y materias primas: la organización tecnológica en la Puna Desértica. En *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (13ª Parte)*. Tomo XXV (1/4):17-21. San Rafael, Mendoza.
- Redford, K. H. y J. F. Eisenberg.
1992. *Mammals of the Neotropics*, Vol. 2 The University of Chicago Press, Chicago.
- Renfrew, C. y P. Bahn.
1991. *Archaeology: Theories, Method and Practice*. Second Edition. Thames and Hudson Ltd. London.
- Riedinger, M. A.; Steinitz-Kannan, M.; Last, W. M. y M. Brenner
2002. A 6100 ¹⁴C yr record of El Niño activity from the Galápagos Islands. En *Journal of Paleolimnology* 27:1-7. Kluwer. Netherlands.
- Rodriguez, M. F.
1998. *Arqueobotánica de Quebrada Seca 3: Recursos vegetales usados por cazadores-recolectores durante el período Arcaico en la Puna Meridional Argentina*. Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires.
- Round, F. E.; Crawford, R. M. y D. G. Mann.
1990. *The Diatoms*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Rumi, A.
1991. La Familia Planorbidae Rafinesque, 1815 en la Argentina. En *Volumen 15 Moluscos Gastropoda. Fascículo 8 Planorbidae*. Museo de La Plata. La Plata.
- Rumrich, U.; Lange Bertalot, H. y M. Rumrich
2001. *Diatomeen der Anden. Von Venezuela bis Patagonien/Feuerland. Und zwei weitere Beiträge*. ARG Ganter Verlag K. G.
- Sandweiss, D. H.; Maasch, K. A.; Burger, R. L.; Richardson III, J. B.; Rollins, H. B. y A. Clement
2001. Variation in Holocene El Niño frequencies: Climate records and cultural consequences in ancient Peru. En *Geology* v.29 no. 7:603-606.

Servant Vildary, S. y M. Blanco.

1984. Les diatomeés fluvio-lacustres Plio-pleistocenes de la formation Charaña (Cordillere Occidentale des Andes, Bolivie). En *Cahiers ORSTOM, Serie Geologie* 14(1):55-102.

Servant, M. y J. C. Fontes

1978. Les Lacs quaternaires des hautsplateaux des Andes Boliviennes. Premieres interpretations paleoclimatiques. En *Cahiers ORSTOM, Serie Geologie* 10(1):9-23.

Servant Vildary, S. y M. Roux.

1990. Variations de temperature estimees a partir du deplacement en altitud des associations de diatomees dans une sequence holocene de la Cordillere Orientale de Bolivia. En *Acad. Sciences Paris, t.311, serie 2*:429-436.

Smith, E. A. y B. Winterhalder.

1992. Natural Selection and Decision Making: Some Fundamental Principles. En *Evolutionary Ecology and Human Behaviour*. pp: 25-60. Hawthorne, N.Y. Aldine de Gruyter.

Stoemer, E. y J. Smol.

1999. *The Diatoms: Applications for the environmental and earth science*. Cambridge University Press. London.

Straub, F.

1990. *Diatomeés et reconstitution des environnements préhistoriques*. Archéologie neuchathloise 10. Hauterive-Chaprévèyers 4.

Sylvestre, F.

2002. A high-resolution diatom reconstruction between 21,000 and 17,000 ¹⁴C yr BP from the southern Bolivian Altiplano (18-23 S). En *Journal of Paleolimnology* 27:45-57. Kluwer. Netherlands.

Tecchi, R.

1991. Los Ecosistemas Puna y Suni en la Cuenca de la Laguna de Los Pozuelos. En *La Reserva de Biosfera de Laguna de Pozuelos: Un ecosistema pastoril en los Andes Centrales*. pp: 9-29. García Fernández J. J. y R. Tecchi compiladores. ORCYT. MAB. PER-INBIAL UNJu. Argentina.

Thompson, L. G.

1993. Reconstructing the paleo ENSO records from tropical and subtropical ice cores. En *Bull. l'Institute Francaise du Etudes Andines* 22(1):65-83.

Thompson, L.; Mosley-Thompson, E.; Davis, M.; Lin, P.; Henderson, K.; Cole-Dai, J. y K. Liu

1995. Late Glacial Stage and Holocene tropical Ice Core Records from Huscarán, Peru. En *Science* 269:46-50.

Van Dam, H.; Mertenés, A. y J. Sinkeldam

1994. A coded checklist and ecological indicator values of fresh water diatoms from the Netherlands. En *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28:117-133.

Veit, H.

1996. Southern Westerlies during the Holocene deduced from geomorphological and pedological studies in the Norte Chico, Northern Chile (27-33 S). En *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology* 123:107-119. Elsevier Science B.V.

Villagrán, C.

1993. Una interpretación climática del registro palinológico del último glacial-postglacial en Sudamérica. En *Bull. de l'Institute Francaise des Etudes Andines* 22(1):243-258.

- Vos, P. C. y H. De Wolf.
1993. Diatoms as tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; metodological aspects. En *Hidrobiología* 269/270:285-296. Editado por H. De Wolf. Kluwer Academic Publishers. Belgium.
- Wheeler, J.
1998. Evoluton and Origin of Domestic Camelids. En *Alpaca Registry Journal* III:1-19.
- Winterhalder, B. y E. A. Smith.
1992. Evolutionary Ecology and the Social Science. En *Evolutionary Ecology and Human Behaviour*. pp:3-24. Hawtorne, N.Y. Aldine de Gruyter.
- Wolin, J. A. y H. C. Duthie.
1999. Diatoms as indicators of water level change in freshwater lakes. En *The Diatoms: Applications for the environmental and earth science*. pp:183-204. Cambridge University Press. London.
- Wurschmidt, E.
1975. Los ríos de la Sierras Pampeanas y de la Puna Argentina. En *Geografía de la República Argentina Tomo VII, Segunda Parte, Hidrografía*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA. pp:433-470 Imprenta Coni, Buenos Aires.
- Yacobaccio, H. D.
1994. Biomasa Animal y Consumo en el Pleistoceno-Holoceno Surandino. En *Arqueología* 4. FFyL. UBA.
2001. La domesticación de camélidos en el noroeste argentino. En *Historia Argentina Prehispánica*. pp:7-40. Tomo I. Córdoba, Argentina.
2003. Procesos de intensificación y de domesticación de camélidos en los andes centro-sur. En *Actas del III Congreso Mundial de Camélidos y I Taller Internacional del DECAMA*. pp:211-216. Potosí, Bolivia.
- Yacobaccio H. D. y M. Morales.
2004. Environment and Human Occupation during the Middle Holocene of the Puna (Susques, Jujuy). En *Quaternary International*. En Prensa.
- Yacobaccio, H. D.; Lazzari, M.; Guráieb, A. G. y G. Ibañez
2000. Los cazadores en el borde oriental de Atacama (Susques, Jujuy). En *Arqueología* 10:11-38. FFyL. UBA.
- Yacobaccio, H. D; Azcune, C; Catá, M. P; Joly, D. y M. Morales.
MS. Ocupaciones Tempranas en la Puna de Atacama: El Alero Hornillos 2 (Susques, Jujuy). Ponencia del XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina. 2004.
- Ybert, J. P.
1984. Diagramme sporopollinique de la coupe Holocene du Río Chuquiaguillo Sur l'Altipano Bolivien. *Cahiers ORSTOM, Ser. Geologie* 14: 29-34.
1992. Ancient lake environments as deduced from pollen analysis. pp: 49-62. En *Lake Titicaca, A Synthesis of Limnological Knowledge*. Editores C. Dejoux y A. Iltis. Kluwer.
- Zarate, M. A.; Espinosa, M. A. y L. Ferrero
1999. Palaeoenvironmental implications of Holocene diatomite, Pampa Interserrana, Argentina. En *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. Ediatado por Rabassa, J. y M. Salemme. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.