

ANÁLISIS DE RESTOS VEGETALES DE COPROLITOS DE CAMELIDOS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO CAMARONES (1)

ELIANA BELMONTE Sch.(2) – EUGENIA ROSELLO N.(2) – NELLY ROJAS R.

RESUMEN

Tejidos epidérmicos foliares, recuperados de fragmentos vegetales contenidos en coprolitos de camélidos, fueron identificados taxonómicamente. La muestra proviene de excavaciones arqueológicas del sitio Camarones, ubicado en la desembocadura del río Camarones. Como colección de referencia se usaron todas las especies que conforman la flora actual de dicha localidad. 12 especies diferentes de Monocotyledoneae fueron reconocidas en las fecas arqueológicas, de las cuales 2 corresponderían a *Distichlis spicata* y *Scirpus americanus*. Las otras 10 especies no pudieron ser identificadas, porque no se encuentran presentes en la colección de referencia del sitio en estudio.

Trabajos de esta índole contribuyen a determinar paleodietas de animales herbívoros y puede considerarse como una herramienta básica adicional en estudios tendientes a la reconstrucción de paleoambientes.

ABSTRACT

Plant epidermal tissues from camelid coprolites found in archaeological excavations at Camarones, at the mouth of the Camarones River, were taxonomically identified. A reference collection was made using all the present day flora found in the area for comparative purposes. Twelve different species of Monocotyledones were found in the archaeological feces; two were found to be similar to *Distichlis spicata* and *Scirpus americanus* in the reference collection but 10 are not part of the present day flora.

Studies of this nature contribute to our knowledge of paleodiet of herbivores and they are additional tools for the reconstruction of paleoenvironments.

I. INTRODUCCION

Diversos estudios basados en las características de las células epidérmicas se han realizado, utilizando fragmentos de hojas actuales y fósiles (Van Cotthem, 1970; Dilcher, 1974; Archangelsky y Taylor, 1986), permitiendo caracterizar aspectos morfológicos de la paleoflora, identificar grupos taxonómicos existentes y predecir condiciones paleoclimáticas a partir de las estructuras en estudio. Las características del tejido epidérmico vegetal y la relativa facilidad con que se rescata de coprolitos de animales, han permitido por otra parte, estudiar dieta en animales actuales (Neuman, 1978; Serra, 1979). Pocos son, sin embargo, los estudios tendientes a caracterizar micro y macroambientes del pasado utilizando fecas de contexto arqueológico.

Estudios de este tipo son posibles de llevar a cabo puesto que sobre la superficie epidérmica de todas las partes aéreas de los vegetales se deposita una sustancia cerosa, denominada cutina que forma una película continua, la cutícula, la que está indisolublemente unida a la epidermis, formando parte del tejido epidérmico (Esau, 1976). La cutícula varía sensiblemente de espesor en las distintas plantas, siendo generalmente más gruesa en aquellas plantas que habitan ambientes secos (Hull et al., 1975; Dilcher, 1974; Daghlán y Person, 1977). Es inerte y tiene gran resistencia a la maceración por los métodos de oxidación; no se descompone ya que en apariencia los microorganismos no tienen en sí cutinodegradantes. Por ser químicamente estable, la cutícula se conserva como tal en la materia fósil y se usa a menudo para la identificación de especies vegetales fósiles (Dilcher, 1963).

- (1) Estudio realizado en el contexto del proyecto "Estudio arqueológico de la desembocadura del río Camarones", patrocinado por la Dirección de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad de Tarapacá, coordinado por Iván Muñoz y proyecto FONDECYT 0012/89, coordinado por Calogero Santoro.
- (2) Departamento de Arqueología, Facultad de Estudios Andinos, Universidad de Tarapacá, Casilla 6-D.

Los estudios realizados han demostrado la estabilidad de algunas características cuticulares utilizables en el diagnóstico de una especie o *taxa* en particular (Barrera y Meza, 1979). La distribución de las células que rodean el estoma para identificar familia, o la agrupación de los estomas a nivel de género y, los detalles de las formas celulares y tamaño y densidad de los estomas, son considerados rasgos especie-específicos.

Tanto la literatura referida al análisis de material vegetal contenido en feca arqueológica como la que trata de feca reciente es muy escasa. Se cuenta con los estudios pioneros de Callen (1963; 1967), Fry (1970), Williams (Ms 1974), Bryant (1974 a y b), Hall (1975) y Hall y Núñez (1982) en los que se analizan contenido de coprolitos humanos. Por otra parte se cuenta también con los trabajos de Neuman (1978) y Serra (1979) que analizan feca fresca para estudiar hábitos alimentarios, variación estacional y composición botánica en la alimentación de roedores así como las diferentes técnicas utilizadas en el tratamiento de feca actual. Del mismo modo, Malpartida y Flores (1980) trabajaron con vicuñas en Pampa Galeras, Perú, estimando la composición botánica de la dieta a través del análisis de heces.

Uno de los primeros trabajos experimentales de análisis de fecas de contextos arqueológicos en el Norte de Chile, lo proponen Rivera et al. (1980), quienes no llegaron a resultados concluyentes, fundamentalmente por falta de material de referencia. Muñoz (1980) trabajando con muestras de coprolitos humanos y animales procedentes de túmulos funerarios del valle de Azapa identificó semillas, epidermis de maíz y poroto, y hojas de monocotiledónea, posiblemente cebollín, ampliando con ello las posibilidades de la investigación arqueobotánica y etnobotánica.

En este contexto el objetivo final del presente estudio es identificar el material vegetal con el objeto de determinar paleodieta de herbívoros y a través de ella evaluar un aspecto de la composición de la paleoflora. Esta evaluación está basada en análisis comparativos entre tejidos epidérmicos aislados del material vegetal de coprolitos arqueológicos y los de la flora actual, circunscrito al área de estudio.

II. MATERIALES Y METODOS

A. Material Vegetal Actual

1. Colecta

El 3 de enero de 1989 se realizó una colecta intensiva en la desembocadura del río Camarones. Se colectaron y numeraron correlativamente las ocho especies presentes: *Atriplex atacamensis* (Chenopodiaceae), *Baccharis petiolata* (Compositae), *Tessaria absinthioides* (Compositae), *Pluchea chingoyo* (Compositae), *Schinus molle* (Anacardiaceae), *Scirpus americanus* (Cyperaceae), *Distichlis spicata* (Gramineae), *Cortaderia* sp. (Gramineae), las que fueron prensadas para herborización. Un set completo fue enviado al Herbario de la Universidad de Concepción para su identificación taxonómica. Tanto las preparaciones microscópicas de cutícula foliar como un set de plantas del área de estudio permanecen en el Laboratorio de Paleoambientes del Departamento de Arqueología de la Universidad de Tarapacá, constituyendo la colección de referencia.

2. Obtención de cutícula foliar

Dada la naturaleza de la muestra botánica actual para la obtención de la cutícula foliar se siguió básicamente la técnica de diafanización de Strittmatter (1973) con modificaciones que resultaron de nuestra propia experiencia según la naturaleza de cada especie. El tejido epidérmico se aisló bajo lupa estereoscópica y fue montado en gelatina glicerina. De esta forma se posibilitó el estudio de la estructura y densidad de los complejos estomáticos, detalles de las formas celulares de las células ordinarias y de los apéndices estructuras de valor taxonómico (Dilcher, 1974).

Se han ensayado diversas técnicas que permiten aislar la cutícula (Sorensen, 1953; Arnott, 1959; Bisalputra, 1960; Al Talib y Torrey, 1961; Strittmatter, 1973; Gajardo y Alliende, 1986). La técnica consiste básicamente en eliminar los tejidos blandos y de relleno y separar el tejido

epidérmico, permitiendo estudiar tanto la composición como la morfología de las células que se diferencian en este tejido.

La técnica de diafanización propuesta por Strittmatter (1973) para muestras frescas de plantas permite obtener cutícula de flora actual y determinar la distribución espacial, agrupación, tamaño y densidad de los estomas, rasgo que caracteriza a cada especie vegetal. Esta técnica, ensayada anteriormente (Belmonte y Rojas Ms) con especies vegetales endémicas de las Provincias de Arica y Parinacota, requiere ser modificada, fundamentalmente en el tiempo de permanencia de las muestras en los reactivos atendiendo a las características propias de cada especie (grosor de las paredes, sustancias impregnadas en ellas, etc.).

3. Descripción de los elementos del tejido epidérmico foliar

Los elementos del tejido epidérmico foliar se describieron sobre la base de la nomenclatura sugerida por Van Cotthem (1970) y Dilcher (1974), cuyos parámetros permitieron establecer los rasgos comparativos, para la identificación de las muestras problema. Los resultados de este análisis descriptivo no se incluyen en este trabajo puesto que serán publicados separadamente. Sin embargo, la Tabla 3 presenta un resumen de estos rasgos descriptivos comparativos.

La zona interreticular se pudo distinguir de la epinérvica debido a que al aislar la cutícula, arrastra consigo tejido subyacente, fundamentalmente células del tejido conductor, las que toman fuertemente la coloración de safranina. La naturaleza del tejido epidérmico (ausencia de pigmentos) permite, por transparencia, diferenciar ambas zonas, las que aparecen bien delimitadas.

4. Contabilización de elementos celulares

Todos los elementos celulares del tejido epidérmico foliar fueron contabilizados (células ordinarias, estomas y tricomas; Tabla 1). Este trabajo cuantitativo inicial asegura una identificación más precisa del material vegetal presente en muestras de fecas arqueológicas de camélidos. Se distinguió cuidadosamente en la epidermis foliar ambas caras (superior-adaxial e inferior-abaxial) en el caso de las Dicotyledoneae. Se contabilizó un promedio de 20 campos visuales para cada una de las preparaciones de epidermis, utilizando microscopio fotónico (40x). El índice estomático (frecuencia estomática), se calculó de acuerdo a Dilcher (1974) que considera el número de células ordinarias y de estomas por campo visual.

B. Material Arqueológico

1. Obtención del material arqueológico

El material orgánico proviene de fecas de herbívoros obtenidas en excavaciones realizadas en la desembocadura del río Camarones. El material proviene de un conchal del sitio Camarones; se excavaron 2 cuadrículas de 1 y 1,20 m. de profundidad; se distinguieron 11 niveles, de 10 cm. cada uno, correspondiendo el nivel 1 al más tardío y el nivel 11 al más temprano. Sólo se recuperaron coprolitos de los niveles 4, 6, 7 y 9, vale decir pertenecientes al período precerámico.

Basados en la forma y tamaño de las fecas rescatadas, diversos profesionales coincidieron en identificarlas como pertenecientes a camélido sin tener elementos suficientes para discernir a cual de las especies actuales corresponden (C. Santoro, E. Núñez, J. Contreras y A. Vilaxa, com. pers.).

2. Obtención de restos vegetales arqueológicos

En contraste, dada la naturaleza y condiciones resacas de las muestras vegetales arqueológicas y, debido a que la literatura no señala técnica alguna aplicada a material arqueológico, se seleccionó el método Williams (1973). Sin embargo, fue necesario realizar drásticas modificaciones en los tiempos de permanencia de las muestras en las soluciones, eliminando el proceso de centrifugación, pues los fragmentos vegetales recuperados de coprolitos arqueológicos son frágiles y no resisten el tratamiento completo. La cutícula foliar fue separada manualmente de la epidermis vegetal con

aguja de disección bajo lupa estereoscópica. El tejido rescatado de coprolitos fue descrito y analizado cuantitativamente con las muestras de tejidos epidérmicos foliares aislados de material fresco, usado como referencia.

Los fragmentos de tejido vegetal obtenidos de las fecas de cada nivel resultaron de tamaños diversos, lo que se reflejó en el número máximo de campos visuales analizados: nivel 4, 30 campos; nivel 6, sólo se rescataron granos de polen y elementos aislados de tejido conductor; nivel 7, 78 campos; nivel 8, 29 campos y nivel 9, 44 campos (Tabla 2). El tejido epidérmico foliar fue aislado bajo lupa estereoscópica y montado en gelatina glicerinada para su estudio a través de microscopio fotónico. A cada preparación microscópica se le asignó una letra como identificación preliminar. Todas las preparaciones fueron fotografiadas en un microscopio fotónico con cámara fotográfica incorporada; ampliada 1840 veces. A partir de estas fotografías se obtuvieron, por transparencia, los dibujos esquemáticos (Lám.1 y 2).

3. Contabilización de elementos celulares

Al igual que con el material vegetal actual se contabilizó la totalidad de células ordinarias, estomas y tricomas por campo visual, trabajando con microscopio fotónico (40x). Se determinó el índice estomático (Dilcher, 1974) de aquellas muestras que cubrían completamente el campo visual.

4. Descripción del tejido epidérmico foliar

La descripción de los elementos del tejido epidérmico foliar se basó en la nomenclatura señalada por Van Cotthem (1970) y Dilcher (1974) del mismo modo como se procedió con el material vegetal actual.

5. Identificación del tejido epidérmico recuperado de coprolitos

Este proceso implicó comparar entre sí todas las características registradas en las muestras de tejido epidérmico foliar de origen arqueológico y a su vez con las de la flora actual. Se estableció diferencias y semejanzas entre la distribución espacial de los estomas, número y forma de ellos, morfología de las células ordinarias y célula basal de los tricomas, morfología de los apéndices en general e índice estomático.

III. RESULTADOS

La identificación de los elementos del tejido epidérmico foliar de las 8 especies actuales de la desembocadura del río Camarones se presentan en la Tabla 1, observándose que 5 son dicotiledóneas y 3 monocotiledóneas. El estudio cuantitativo del tejido epidérmico foliar proveniente de fragmentos vegetales de coprolitos se presenta en la Tabla 2. El análisis a través de microscopía fotónica permitió una descripción detallada de la anatomía y morfología de los principales elementos celulares del tejido epidérmico foliar (Lám.1 y 2). Esta descripción cualitativa que será publicada posteriormente, permitió comparar el tejido epidérmico de la flora actual con el de las muestras recuperadas de coprolitos en torno a 4 rasgos de validez taxonómica (Tabla 3). Los análisis cuantitativos, anatómicos y morfológicos, como también fotografías de las estructuras celulares del tejido epidérmico foliar (Tabla 4), permitió identificar el grupo taxonómico al que podrían pertenecer las muestras vegetales desconocidas, señalándose las características semejantes entre ellas.

Los análisis mencionados permitieron comparar las muestras obtenidas de los 4 niveles estratigráficos (4, 7, 8 y 9; Tabla 5). El nivel 4 presentó 4 especies diferentes, dos de ellas semejantes a *Scirpus americanus* y *Distichlis spicata*; las otras 2, que son exclusivas de este nivel (preparaciones S y T) guardan estrecha relación con las monocotiledóneas en general y gramíneas en especial, pero no fue posible identificarlas con la colección de referencia.

El nivel 7 también presentó 4 especies, dos aparecieron en niveles inferiores (8 y 9) pero no están en la flora actual. Dos especies están restringidas a este nivel (preparaciones A y B) y al igual

que en el nivel 4 guardan relación con monocotiledóneas en general y ciperáceas en particular, pero no están en la flora actual.

De las 5 especies identificadas en el nivel 8, cuatro están presentes también en niveles superiores e inferiores, la preparación X es propia de este nivel, pero imposible de identificar taxonómicamente por falta de material de referencia, aunque por sus características generales, es monocotiledónea.

En el nivel 9 se reconocieron 7 especies, de las cuales sólo 2 se identificaron como *Scirpus americanus* y *Distichlis spicata*. De las 5 restantes 2 fueron identificadas como monocotiledóneas (preparaciones B3 y X1), exclusivas de este nivel. La preparación B3 correspondería claramente a una Cyperaceae ausente en la flora actual (Tabla 5). Las tres restantes, aunque no fueron identificadas se repiten en los niveles superiores.

En conclusión, se identificaron 2 de las 12 especies registradas en los 4 niveles analizados (Tabla 5), las que estarían representadas en la flora actual de la desembocadura del río Camarones (similar a *Distichlis spicata*, Gramineae y a *Scirpus americanus*, Cyperaceae). Las 10 especies restantes, si bien es claro que son monocotiledóneas, por no estar presentes en la flora actual, no pudieron ser identificadas a nivel específico. *Tessaria absinthioides* (brea o sorona) presente en la flora actual (Dicotyledoneae), es hoy parte de la dieta de animales herbívoros, sin embargo, no apareció entre los fragmentos rescatados de fecas.

IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de las técnicas de análisis de laboratorio la práctica obligó a utilizar técnicas distintas aplicándose en mejor forma la técnica de Strittmatter (1973) para material vegetal actual y el método Williams (1973) modificado para material vegetal arqueológico.

Debido a que la vegetación actual de la desembocadura del río Camarones está compuesta por 8 especies, 3 monocotiledóneas y 5 dicotiledóneas, el patrón de referencia fue muy restringido e insuficiente para identificar la totalidad de las muestras arqueológicas. Sin embargo, las características histológicas de las clases Monocotyledoneae (Liliopsida) y Dicotyledoneae (Magnoliopsida) difieren radicalmente (ordenación de células y forma del estoma fundamentalmente) lo que permitió aseverar que la dieta de estos camélidos estuvo compuesta en un 100% por plantas de la clase Monocotyledoneae. De este total el 27,3% pertenece a la familia Cyperaceae y el 18,2% a la familia Gramineae (las características morfológicas de las gramíneas y ciperáceas registradas de la flora actual facilitaron la identificación de algunas de las muestras rescatadas dentro de estas categorías). Al 54,5% de las muestras restantes no se les pudo asignar taxón. Una identificación más acuciosa obligará a implementar una colección de referencia con mayor número de especies por familia de interés (Gramineae y Cyperaceae), estudiando con detención especies que se desarrollan en diferentes habitats a fin de evaluar las posibles modificaciones que se desarrollan como respuesta a parámetros ambientales. Esto es especialmente importante si estos datos van a ser utilizados en reconstrucción de paleoambientes, puesto que no sólo se estaría proponiendo la presencia de una especie determinada sino, por sus características anatómicas o morfológicas, también las características del ambiente en que se desarrollan (salinidad, humedad, aridez, etc.). También consideramos importante incorporar medición de estructuras celulares (largo y ancho). Es especialmente interesante determinar la presencia de plantas en los ambientes del pasado por la importancia que tuvieron en la dieta del hombre y animales que nos precedieron. Completar, a su vez, la colecta a lo largo de valles, desde la cabecera hasta su desembocadura en el mar en los casos posibles, podría contribuir a la comprensión de los desplazamientos del hombre y animales en el tiempo y espacio. También podríamos obtener información acerca de las variaciones de la disponibilidad de agua en el valle, si la magnificación del estudio aumenta y se realiza a nivel estructural. A este nivel, variaciones en la estructura del tejido epidérmico pueden ser detectadas y han demostrado ser de gran utilidad (Dilcher, 1974).

El hecho de no poder identificar todas las muestras rescatadas de coprolitos con la colección de referencia construida a partir de la flora actual del área de estudio, nos obliga a pensar que la vegetación en la desembocadura del río Camarones ha variado y que estuvo en un tiempo conformada por un número mayor de especies que las que se encuentran en la actualidad. Esta

modificación puede haberse producido por la acción combinada de variados factores abióticos y/o bióticos y no se puede descartar la posibilidad que el bajo número de especies de la flora actual sea producto de un post-cultivo.

El hecho que los residuos vegetales sean sólo de monocotiledóneas, no significa necesariamente que la dieta haya estado compuesta únicamente de estas plantas, sino que es posible que otro tipo de vegetales que también formó parte de ella, fueran mejor digeridas y absorbidas, causas por las que no estarían presentes en los desechos orgánicos. Apparently, la digestibilidad en camélidos es alta, pudiendo atribuirse al gran contenido de microorganismos en el rumen y el mayor movimiento continuo del mismo, existiendo mayor degradación de forrajes (Valleñas, 1960). Por otra parte, pudiera ser que los animales se alimentaran con forraje compuesto únicamente de plantas monocotiledóneas obtenidas en otras zonas; esto explicaría la total ausencia de restos de plantas dicotiledóneas en coprolitos y por ende explicaría la diferencia existente con la flora actual, la que esta compuesta por especies tanto dicotiledóneas como monocotiledóneas.

Para ampliar la fuente de estudio, nuevas muestras de fecas del mismo sitio, deben ser estudiadas. La ausencia de fecas en los niveles cerámicos es un hecho que nos lleva a pensar si los camélidos presentes en los niveles tempranos estuvieron de paso, atraídos por el diverso potencial alimenticio del sector y vivieron cerca del hombre, aunque no necesariamente domesticados, asociados a él o bien, incorporados a su entorno inmediato, alimentándose por pastoreo libre o a través del hombre. Si fuera así el alimento podría haber sido traído de un lugar distante, explicando así su ausencia en la flora actual. Este argumento, que va en detrimento de una variación espacial de la vegetación en la zona, debe tomarse con cuidado debido a que los resultados que aquí se entregan contribuyen sólo en parte a entender la composición de la paleoflora ya que, por el hecho que sólo se encontraron monocotiledóneas en los coprolitos estudiados nada se puede inferir sobre la presencia de dicotiledóneas, hoy representados en el área por 5 especies. Estas podrían haber estado igualmente presentes, sin que esta metodología lo refleje. Es por ello que el análisis de coprolitos de contexto arqueológico es una herramienta que debe incorporarse a los estudios de reconstrucción de paleoambientes pero sumándose a los resultados que se obtengan a través de otras áreas del conocimiento (v.gr. palinología, etnobotánica, etc.).

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AL TALIB, K. y J.G. TORREY
1961 Sclereid distribution in the leaves of *Pseudotsuga* under natural and experimental conditions. *Am. J. Bot.* 48: 71-79.
- ARNOTT, H.
1959 Leaf clearings. *Turttox News* 37: 192-194.
- ARCHANGELSKY, S. y T. TAYLOR
1986 Ultrastructural studies of fossil plant cuticles. *Am. J. Bot.* 73: 1577-1587.
- BARRERA, E. y I. MEZA
1979 Análisis de la cutícula foliar de especies chilenas del género *Maytenus* Mol. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., 35: 31-91.
- BELMONTE, E. y N. ROJAS
Ms. Estudio comparativo del patrón estomático de *Ephedra rupestris*, *Parastrephia lepidophylla*, *P. quadrangularis* y *Festuca orthophylla* del Salar de Surire y Bofedal de Parinacota. Depto. de Arqueología, Universidad de Tarapacá.
- BISALPUTRA, T.
1960 Anatomical and morphological studies in the Chenopodiaceae. *Austral J. Bot.* 8: 226-242.
- BRYANT, V.
1970a Prehistoric Diet in Southwest Texas: The coprolite Evidence. *American Antiquity*. 39(3): 407-420.
- BRYANT, V.
1974b The Role of Coprolite Analysis in Archaeology. *Bulletin of the Texas Archaeological Society*. 45: 1-28.

- CALLEN, E.
1963 Diet as Revealed by Coprolites. *Science in Archaeology*, Brothwell and Higgs (eds). New York.
- CALLEN, E.
1967 Analysis of the Tehuacan coprolites. En: *Environment and Subsistence*. D.S. Byers (ed). Vol. I de Prehistory of the Tehuacan Valley, Austin, University of Texas press.
- DAGHLIAN, C. y C. PERSON
1977 The cuticular anatomy of *Frenelops varians* from the Lower cretaceous of central Texas. *Am. J. Bot.* 64: 564-569.
- DILCHER, D.
1963 Cuticular analysis of Eocene leaves of *Ocotea obtusifolia*. *Am. J. Bot.* 50: 1-8.
- DILCHER, D.
1974 Approaches to the Identification of Angiosperm Leaf Remains. *The Botanical Review* 40: 1-157.
- ESAU, K.
1976 Anatomía Vegetal, Fd. Omega, S.A., Barcelona.
- FRY, G.
1970 Prehistoric Human Ecology in Utah: based on the analysis of coprolites. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Utah.
- GAJARDO, R. y P. ALLIENDE
1986 Perspectivas para interpretar la relación hombre-planta en el ámbito arqueológico. *Chungará* 16-17: 395-401.
- HALL, H.
1975 Prehistoric Diet at Quebrada de Tiliviche, Northern Chile. (no publicado).
- HALL, H. y L. NUÑEZ
1982 Análisis de dieta y movilidad en un campamento arcaico del norte de Chile. *Bull. Inst. Fr. Et And.* Vol. XI: 91-113.
- HULL, H. ; H. MORTON y J. WHARRIE
1975 Environmental influences on cuticle development and resultant foliar penetration. *The Botanical Review.* 41: 421-451.
- MALPARTIDA, E. y A. FLORES
1980 Estudio de la selectividad y consumo de la vicuña en Pampa Galeras UNA. *Bol.* (23): 15, UNA-LIMA, Perú.
- MUÑOZ, I.
1980 Túmulos funerarios: evidencias del proceso de agriculturación en los valles bajos de Arica-Chile. Memoria para optar al Título de Arqueólogo. Universidad del Norte, Sede Antofagasta.
- NEUMAN, O.
1978 Hábitos alimentarios (Otoño-Invierno) del *Myocaster coypus* (Molina) en la Provincia de Valdivia. Tesis para optar al Título de Médico Veterinario. Universidad Austral de Valdivia.
- RIVERA, M.; P. GALLO; H. ESCOBAR y B. RAZMILIC
1980 Análisis experimental de coprolitos provenientes de los sitios Azapa 83 y Azapa 84, pertenecientes a la fase Alto Ramírez, período Intermedio Temprano, Norte de Chile. *Rev. Estudios Arqueológicos.* 5: 13-22. Universidad de Chile, Sede Antofagasta.
- SERRA, M.
1979 Composición botánica y variación estacional de la alimentación de *Chinchilla lanigera* condiciones naturales *Rev. Cs. Forestales* 1 (4).
- SORENSEN, Th.
1953 A revision of the greenland species of *Puccinellia* Parl. *Meddelelser on Gronland* 136: 10.
- STRITTMATTER, C.
1973 Nueva técnica de diafanización. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica.* 15: 126-129.
- VALLENAS, A.
1960 Algunos aspectos de la motilidad del rumen de las alpacas. *Rev. Fac. de Med. Vet.* UNMSM. Lima, Perú. 15: 69-79.
- VAN COTTHEM, W.R.J.
1970 A classification of stomatal types. *Bot. J. Linn. Soc.*, 63: 235-246.
- WILLIAMS, L.
1973 Analysis of Coprolites recovered from six sites in Northern Chile (Ms.)
1974 Lab. Procedures, Methods and Analysis of Northern Chile Coprolites. M.A. Thesis, Dep. of Anthropology U. of California, Davis (Ms.).

LAMINA 1:

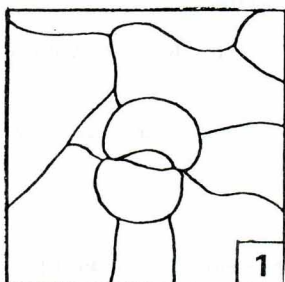


Figura 1. Estoma de *Atriplex atacamensis* en cara adaxial (x 1 840).

Figura 2. Estoma de *Scirpus americanus* (x 1 840).

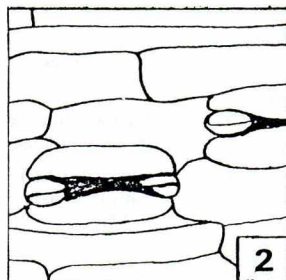


Figura 3. Estoma de *Baccharis petiolata* y células ordinarias con ornamentación estriada, en cara adaxial (x 1 840)

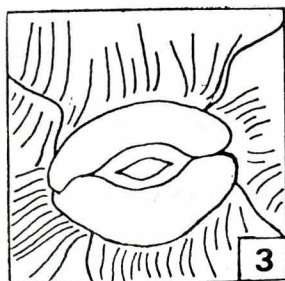


Figura 4. Estoma de *Pluchea chingoyo* y células ordinarias con ornamentación estriada, en cara adaxial (x 1 840).

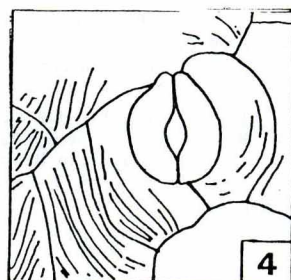


Figura 5. Tricomas multiseriados de *Tessaria absinthioides* en cara abaxial (x 1 840).

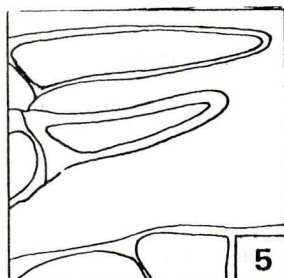


Figura 6. Estoma de *Tessaria absinthioides* en cara adaxial (x 1 840).

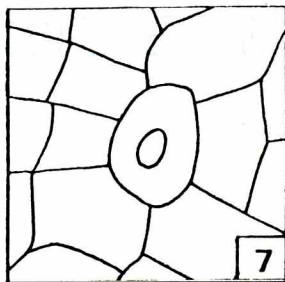
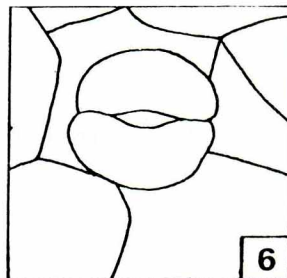


Figura 7. Posible célula basal de tricoma de *Schinus molle*, en cara adaxial (x 1 840).

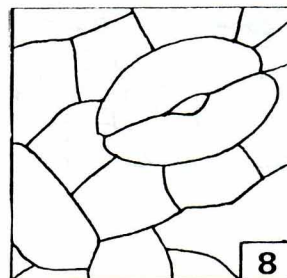


Figura 8. Estoma de *Schinus molle* en cara adaxial (x 1 840).

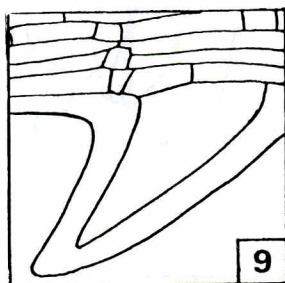


Figura 9. Tricoma unicelular de la preparación S, nivel 4 (x 1 840).

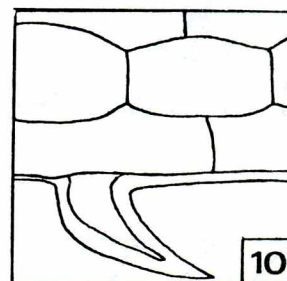


Figura 10. Tricoma unicelular de la preparación S, nivel 4 (x 1 840).

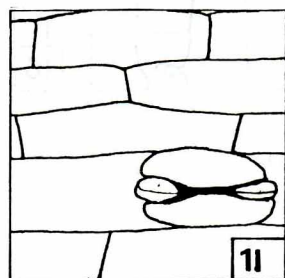
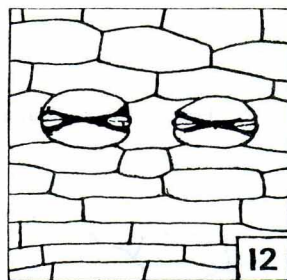


Figura 11. Estoma de la preparación B, nivel 7 (x 1 840).

Figura 12. Estoma de la preparación B, nivel 7 (x 1 840).



LAMINA 2:

Figura 13. Estoma de la preparación B, nivel 7 (x 1 840).

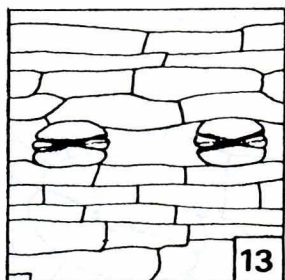


Figura 14. Estoma de la preparación B, nivel 7 (x 1 840).

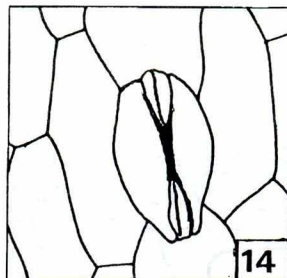


Figura 15. Estoma de la preparación M, nivel 7 (x 1 840).

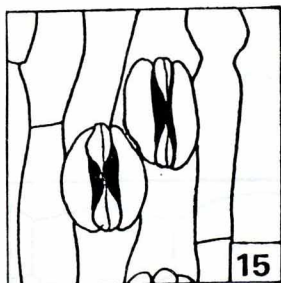


Figura 16. Estoma, células largas y cortas de la preparación U, nivel 7 (x 1 840).

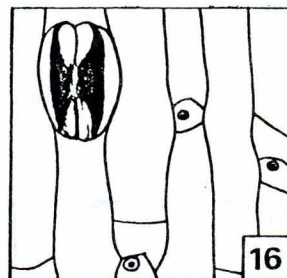
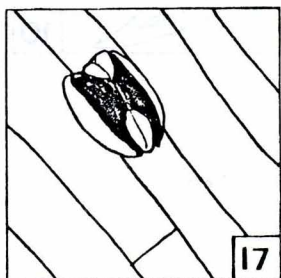


Figura 17. Estoma y células interreticulares de la preparación A, nivel 7 (x 1 840).



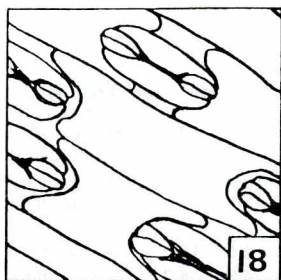


Figura 18. Estoma y células interreticulares de la preparación Y, nivel 8 (x 1 840).

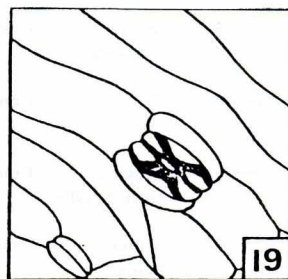


Figura 19. Estoma de la preparación W, nivel 8 (x 1 840).

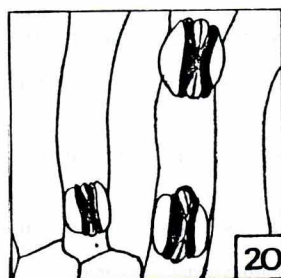


Figura 20. Estoma de la preparación V, nivel 8 (x 1 840).

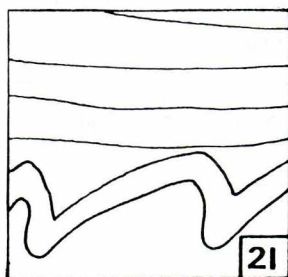


Figura 21. Prolongaciones epidérmicas de la preparación V, nivel 8 (x 1 840).

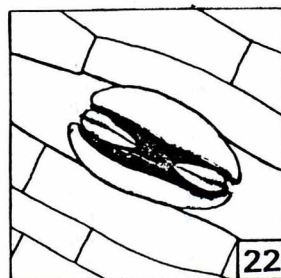


Figura 22. Estoma de la preparación B, nivel 9 (x 1 840).

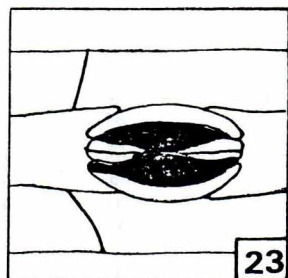


Figura 23. Estoma de la preparación B1, nivel 9 (x 1 840).

TABLA 1: Cuantificación de estructuras del tejido epidérmico foliar de plantas de la desembocadura del río Camarones (Enero, 1989). Los valores son por campo visual, ver texto.

Colección	Especie	Familia	Epidermis	Células ordinarias			Complejo estomático			Índice estomático	Tricomas		
				N	x	sd	N	x	sd		N	x	sd
89001	Atriplex atacamensis	Chenopodiaceae	adaxial	23	—	—	23	20	10.0	—	23	0	0.0
			abaxial	23	—	—	23	20	3.5	—	23	0	0.0
89005	Baccharis petiolata	Compositae	adaxial	24	108	13.7	24	15	2.5	12.2	24	1	0.8
			abaxial	21	89	25.7	21	8	4.8	8.2	21	1	0.6
89006	Pluchea chingoyo	Compositae	adaxial	14	184	20.4	14	17	3.7	8.5	14	1	0.6
			abaxial	21	198	37.2	21	13	5.2	6.2	21	0	0.6
89007	Tessaria absinthioides	Compositae	adaxial	21	250	45.6	21	—	—	—	21	14	17.6
			abaxial	24	—	—	24	19	6.0	—	24	—	—
89008	Schinus molle	Anacardiaceae	adaxial	25	426	70.6	25	11	2.0	1.8	25	0	0.0
			abaxial	26	499	65.7	26	9	2.4	2.5	26	0	0.0
89002	Scirpus americanus	Cyperaceae		27	331	38.5	27	36	3.0	9.8	27	0	0.0
89003	Distichlis spicata	Gramineae		17	303	60.4	17	15	8.4	4.7	17	0	0.0
89009	Cortaderia sp.	Gramineae		28	61	5.4	28	1	0.8	1.6	28	0	0.0

TABLA 2: Cuantificación de estructuras del tejido epidérmico foliar de fragmentos vegetales de coprolitos de contexto arqueológico (Camarones 17, cuadrícula 1), 1987.

Nivel	Preparación microscópica	Células ordinarias			Estomas			Índice estomático	Tricomas		
		N	x	sd	N	x	sd		N	x	sd
4	B	19	215	41.6	19	24	3.0	10.0	19	0	0.0
	C	2	116	19.0	2	18	2.1	13.4	2	16	4.0
	S	2	142	8.5	2	4	0.7	2.7	2	7	0.7
	T	7	168	42.7	7	4	3.0	2.3	7	0	0.0
7	B	66	212	30.0	66	24	5.1	10.2	66	0	0.0
	A	7	195	26.6	7	2	3.0	1.0	7	0	0.0
	U	5	322	45.4	5	2	1.6	0.6	5	0	0.0
	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	V	4	215	32.8	4	54	14.7	20.1	4	3	1.7
	R	8	119	21.4	8	9	3.9	7.0	8	0	0.0
	Y	2	76	10.6	2	42	7.1	35.6	2	0	0.0
	W	8	102	13.8	8	65	11.0	38.9	8	0	0.0
	X	7	74	14.1	7	1	1.2	1.3	7	0	0.0
9	B	7	227	12.7	7	28	3.6	11.0	20	0	0.0
	B1	3	193	19.0	3	20	2.9	9.4	3	0	0.0
	B2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B3	1	104	0.0	1	21	0.0	16.8	1	0	0.0
	P	3	171	24.3	3	1	1.7	0.6	3	20	1.5
	U	4	265	9.3	4	6	0.5	2.2	4	0	0.0
	X1	2	93	47.8	2	1	0.7	1.1	2	0	0.0
	Z	23	281	39.3	23	38	4.0	11.9	23	0	1.0
	C	1	137	0	1	26	0.0	16.0	1	0	0.0

TABLA 3. Características anatómicas y morfológicas de los elementos celulares del tejido epidérmico foliar de material vegetal actual y arqueológico.

	Ordenación celular		Morfología estoma		Distribución estomas		Prolongaciones epidérmicas	
	linear	reticulado	2 células	4 células	azar	hilera	sin	con
A) Material vegetal actual								
<i>Atriplex atacamensis</i>								
adaxial		*	*		*			*
abaxial		*	*		*			*
<i>Scirpus americanus</i>	*			*		*	*	
<i>Distichlis spicata</i>	*			*		*		*
<i>Baccharis petiolata</i>								
adaxial		*	*		*			*
abaxial		*	*		*			*
<i>Pluchea chingoyo</i>								
adaxial		*	*		*			*
abaxial		*	*		*			*
<i>Tessaria absinthioides</i>								
adaxial		*	*		*			*
abaxial		*	*		*			*
<i>Schinus molle</i>								
adaxial		*	*		*			?
abaxial		*	*		*			?
<i>Cortaderia</i> sp.	*			*		*	*	
B) Material vegetal arqueológico								
Nivel 4 B	*			*		*	*	
Nivel 4 C	*			*	?	?		*
Nivel 4 S	*			*		*		*
Nivel 4 T	*			*		*		*
Nivel 7 B	*			*		*	*	
Nivel 7 M	*			*	*		*	
Nivel 7 U	*			*	*		*	
Nivel 7 A	*			*		*		*
Nivel 8 R	*			*	*		*	
Nivel 8 Y	*			*	*			*
Nivel 8 W	*			*	*			*
Nivel 8 X	*			*	*		*	
Nivel 8 V	*			*		*		*
Nivel 9 B	*		*			*	*	
Nivel 9 B1	*			*		*	*	
Nivel 9 B2	*			*		*	*	
Nivel 9 B3	*			*		*	*	
Nivel 9 P	*			*	*			*
Nivel 9 U	*			*	*		*	
Nivel 9 C	*			*		*		*
Nivel 9 X1	*			*	?		*	
Nivel 9 Z	*			*	*			*

? Tejido semidestruido, difícil de describir.

TABLA 4: Identificación preliminar de los fragmentos vegetales foliares rescatados de 4 niveles de contexto arqueológico por comparación con el material vegetal actual del área de estudio, basado en las características del tejido epidérmico foliar.

Nivel	Similar a	Características semejantes
4-B	semejante a <i>Scirpus americanus</i> , 9B1, 9B2	distribución general del tejido epinérvico e interreticular distribución y forma de los estomas difiere en el índice estomático
4-C	semejante a <i>Distichlis spicata</i> , 8V, 9C	prolongaciones epidérmicas forma general del estoma y células adyacentes en particular prolongaciones de todas las células interreticulares difiere en el índice estomático
4-S	Monocotyledoneae	distribución de células largas y cortas
4-T	Gramineae	prolongaciones epidérmicas forma y distribución de los estomas distribución espacial de la zona epinérvica e interreticular
7-B	Cyperaceae	distribución espacial de la zona epinérvica e interreticular distribución espacial de los estomas en la zona interreticular morfología de las células entre estomas contiguos
7-M	Monocotyledoneae semejante a 9Z, BY	células de ordenación linear forma general de los estomas distribución de células largas y cortas difiere en la presencia de prolongaciones e índice estomático
7-U	Monocotyledoneae semejante a 8R, 9U	células de ordenación linear forma general de los estomas distribución de células largas y cortas difiere en el índice estomático
7-A	Monocotyledoneae	forma y características de los estomas distribución y tamaño células largas y 2-3 células cortas
8-Y	Monocotyledoneae cercana a Cyperaceae semejante a 9Z, 7M	células de ordenación linear morfología de las células entre estomas contiguos difiere en la presencia de prolongaciones e índice estomático
8-R	Monocotyledoneae semejante a 7U, 9U	células de ordenación linear distribución de células largas y cortas difiere en tamaño y forma de la célula adyacente del estoma e índice estomático.
8-W	Monocotyledoneae semejante a 9P	células de ordenación linear distribución de células largas y cortas presencia de prolongaciones difiere en tamaño y forma de la célula adyacente del estoma e índice estomático.
8-X	Monocotyledoneae	células de ordenación linear distribución de células largas y cortas
8-V	Gramineae semejante a <i>Distichlis spicata</i> , 4C, 9C	morfología general del estoma y relación con la célula ordinaria prolongaciones epidérmicas difiere en el índice estomático
9-B	Cyperaceae semejante a 4B, 9B1, 9B2	distribución espacial zona epinérvica e interreticular
9-B1	Cyperaceae semejante a 9B, 4B, 9B2	distribución espacial zona epinérvica e interreticular

Cont. Tabla 4

Nivel	Similar a	Características semejantes
9-B2	Cyperaceae semejante a 4B, 9B, 9B1	distribución espacial zona epinérvica e interreticular
9-B3	Cyperaceae	distribución espacial zona epinérvica e interreticular distribución espacial estomas morfología célula oclusiva
9-P	Monocotyledoneae semejante a 8W	morfología tricoma unicelular distribución espacial células largas, medianas y cortas morfología general del estoma difiere en el índice estomático
9-U	Gramineae semejante a 7U, 8R	morfología general del estoma distribución células largas con pares de células cortas difiere en el índice estomático
9-C	semejante a Distichlis spicata, 4C, 8V	células de ordenación linear distribución espacial estomas en zona interreticular prolongaciones en todas las células interreticulares difiere en el índice estomático
9-X1	Monocotyledoneae	células de ordenación linear morfología general del estoma
9-Z	semejante a 7M, 8Y	células de ordenación linear morfología general del estoma distribución espacial de los estomas en zona interreticular difiere en la presencia de prolongaciones e índice estomático

TABLA 5: Especies vegetales presentes según nivel estratigráfico, representadas con letras (ver texto)

Nivel	Período		Nº especies diferentes									
	Precerámico	Cerámico										
1	*	—										
2	*	—										
3	*	—										
4	*	B	C	S	T							= 4
5	*	—										
6	*	granos de polen y elementos del haz vascular										
7	*	A	B	M	U							= 4
8	*			R	V	W	X	Y				= 5
9	*	B	B1	B2	B3	C	P	U	X1	Z		= 7
10	*	—										
11	*	—										

Los números del exponencial señalan semejanza entre preparaciones de distinto nivel estratigráfico.
(-) indica ausencia de coprolito.