

El urbanismo Inka y su vinculación con mesoclimas en el sitio "El Shincal de Quimivil" (Provincia de Catamarca, Argentina)

Aylen Capparelli, Jorge L. Frangi y María J. Kristensen

Recibido 30 de Junio 2005. Aceptado 8 de Marzo 2006

RESUMEN

Los Inkas gestionaron el ambiente, de las distintas regiones que ocuparon, sobre la base tanto de sus conocimientos astronómicos -solares y lunares- como de aquellos referidos a la ecología y calendario agrícola -del maíz en especial- de cada región. La producción excedente de una población se redistribuía luego en base a un sistema de almacenaje propio de este Estado. Dentro de este marco, se propone que el conocimiento de la diversidad de hábitats, y de los factores ecológicos a ellos asociados, les sirvió a los Inkas para planificar y garantizar el buen funcionamiento de cada unidad arquitectónica en cada centro administrativo. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es determinar si existe alguna vinculación entre las distintas condiciones mesoclimáticas que se encuentran en el lugar de implantación del sitio Inka El Shincal de Quimivil (Catamarca, Argentina) y la distribución espacial de tres sectores arquitectónico-funcionales diferentes (almacenaje, habitacional, cultivo) y un testigo (plaza). Se analizaron en forma univariada y multivariada 6 variables climáticas. Por sus altos valores de déficit de saturación de vapor del aire (DS), capacidad evaporante del aire y temperatura del suelo, el sector de almacenaje resultó el sector más propicio para lograr el secado y la preservación de los granos. El sector habitacional, mostró bajos DS y capacidad evaporante en primavera y verano, lo que contribuyó a condiciones más confortables bajo las elevadas temperaturas de esas estaciones. El sector cultivos, tuvo baja capacidad evaporante durante días con Zonda, y su mesoclima generalmente moderado, es el que más se ajusta a los requerimientos agroecológicos del maíz.

Palabras clave: Urbanismo Inka; Mesoclimas; El Shincal; Argentina.

ABSTRACT

INKA URBANISM ASSOCIATED WITH MESOCLIMATIC CONDITIONS AT THE SITE "EL SHINCAL DE QUIMIVIL" (CATAMARCA PROVINCE, ARGENTINA). The Inkas managed the environment of the different regions they occupied based on their astronomical and agroecological knowledge, especially in relation to maize. Surplus production was redistributed through a well developed storage system. Within this framework, we propose that the Inkas used their knowledge of different habitats and associated ecological factors to plan and guarantee the smooth functioning of each architectonic unit at every administrative center. Therefore, our goal was to establish if there is a connection between different mesoclimatic conditions at El Shincal Inka site (Catamarca, Argentina) and the spatial distribution of three different architectural-functional structures (grain storage, residence, and cultivation) and a control (the plaza). Six climatic variables were studied through uni and multivariate analysis. The storage area presented the best conditions for drying and preserving crop grains: the highest soil temperature, evaporative capacity, and water vapor saturation deficit of the air. The residential area showed low evaporative capacity and water vapor saturation deficit during spring and summer, making it a more comfortable place under high seasonal air temperatures. The cultivation area presented lower air evaporative capacity during days with Zonda (regional wind with Foehn-like effect) and generally a mild mesoclimate that fits better the requirements of maize agroecology.

Keywords: Inka urbanism; Mesoclimate; El Shincal; Argentina.

Aylen Capparelli. CONICET, Departamento Científico de Arqueología, Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Paseo del Bosque (s/n), (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: aylenccapparelli@fcnym.unlp.edu.ar

Jorge Frangi. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. LISEA. Diagonal 113 N° 269 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: jfrangi@ceres.agro.unlp.edu.ar

María J. Kristensen. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque (s/n), (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: jkristen@arnet.com.ar

INTRODUCCIÓN

La vía más apropiada para sistematizar y conceptualizar el conocimiento ecológico aborigen ha sido considerada la provista por una perspectiva etnoecológica, que permite abordar tres dominios inseparables: naturaleza, producción y cultura. La Etnoecología ha sido definida como una aproximación interdisciplinaria que explora cómo los grupos humanos, a través de un tamiz de creencias y conocimientos, ven a la naturaleza, y cómo los humanos usan sus imágenes para obtener y manejar los recursos naturales (Toledo 1992). Esta disciplina se aproxima de manera integradora al estudio de la apropiación humana de la naturaleza, focalizando en el análisis de tres aspectos fundamentales de una sociedad: el cosmos (el sistema de creencia o cosmovisión), el corpus (el repertorio completo de conocimiento o sistema cognitivo) y la *praxis* (el conjunto de prácticas) (Toledo 2002:514). Los Inkas, gestionaron el ambiente de las distintas regiones que ocuparon, sobre la base de sus conocimientos (*corpus*) astronómicos -solares y lunares- como de aquellos referidos a la ecología y calendario agrícola de cada región. A su vez, su calendario se regía según la interrelación de factores astronómicos y climáticos con eventos sociales y religiosos (cosmos) (Zuidema 1980). Finalmente, estos dos aspectos eran puestos en práctica (*praxis*) mediante diversas actividades. En el caso de los conocimientos astronómicos realizaban por ejemplo, la calibración de las estaciones, los solsticios y los meses por medio de pilares de piedra ("*gnomon*") cuyas sombras servían como indicadores solares (Zuidema 1980). En tanto que el alto grado de articulación político-económica entre las poblaciones componentes del Tawantinsuyu, se lograba mediante la coordinación de su calendario con los aspectos ecológicos del cultivo del maíz. En este sentido, además de los cálculos solares y lunares, las características agroproductivas de las distintas regiones se definían en función de la variedad de maíz que crecía en forma óptima en cada una de ellas (Earls 1976:228).

Así como los Inkas demostraron poseer vastos conocimientos a escala macroambiental, se piensa que también fueron capaces de aumentar la eficiencia funcional de cada centro administrativo en particular a través de una eficaz selección, uso y aprovechamiento de los diferentes ambientes que integraban la heterogeneidad de sus comarcas. Distintos autores plantean la posibilidad de que los Inkas hayan aplicado este tipo de conocimientos. En relación a los cultivos, Earls

(1976:229) sugiere que fueron capaces de reestructurar mediante la andenería los hábitats locales con el objeto de "crear zonas efectivas", es decir óptimas, para el desarrollo de determinadas variedades de maíz. La localización de las *collcas* (estructuras destinadas al almacenaje) se produjo, según cronistas e investigadores, en posiciones topográficas que ofrecían ventajas para la conservación de los productos almacenados. En este punto Cobo (1890:254-55 [1653]) comenta que "...Edificaban de ordinario estos depósitos ó almacenes fuera del poblado, en lugares altos, frescos y airosos, cerca del camino real...El asentar en lugares altos estos depósitos, lo hacían los indios para que lo que en ellos se guardaba estuviese defendido de las aguas y humedad y seguro de toda corrupción...". También Murra (1987:187) citando a Barragán dice que los cuidaban de la invasión de las ratas y la entrada de la lluvia mediante guardianes que vigilaban y reparaban los silos. Asimismo, cuando se describen las *collcas* de Aukimarca se explicita que están ubicadas a media falda del cerro y que esa era una ubicación frecuente para este tipo de estructuras (Morris 1972:394), lo cual deja entrever que dichos sectores serían más secos y ventilados. Por último, hay autores que sugieren, inclusive, que los quechuas lograron controlar el stress climático a través de la efectividad tanto de sus viviendas y vestimenta, como del acondicionamiento de su área para dormir y de su ropa de cama (Frisancho, 1996:123).

El conocimiento de las variaciones climáticas ha debido ser un aspecto esencial de la comprensión multifactorial e integral del ambiente por parte de las sociedades humanas y se ha advertido en distintos niveles como resulta de los párrafos anteriores. Actualmente el clima se caracteriza a distintas escalas espaciales, que permiten reconocer macroclimas, mesoclimas y microclimas (Mc Naughton y Wolf 1984). El macroclima o clima regional corresponde a un área extensa. Los mesoclimas a aquellas modificaciones al clima regional producidas por la topografía (exposición, altitud, pendiente) en distintos sectores de un área determinada (Azócar y Monasterio 1980; Kristensen 1992; Kristensen y Frangi 1995, 1996; Scaëta 1935). La mesoclimatología se funda en comparar simultáneamente mesoclimas vecinos e interpretar sus diferencias y similitudes. Para ello se emplean períodos de medición mucho más cortos que los de la climatología (Azócar y Monasterio 1980; De Fina y Ravelo 1975; Geiger 1971). Por último, los microclimas se definen como el clima en el cual viven las plantas y animales

(Monteith 1975; Rosenberg 1974), correspondiente a la residencia ecológica, o menor unidad de hábitat, y donde las expresiones de las variables climáticas pueden depender de la acción de los propios organismos (Mc Naughton y Wolf 1984).

La hipótesis propuesta asume que, si el conocimiento de la diversidad de hábitats, y de los factores ecológicos a ellos asociados, les ha servido a los Inkas para planificar las distintas funciones de cada unidad arquitectónica en cada centro administrativo, entonces estas relaciones deberían verificarse aún hoy entre los remanentes de dichas unidades y aquellas condiciones ecológicas que han permanecido relativamente invariantes a través del tiempo en las localizaciones específicas. Por ello, el objetivo principal de este trabajo es determinar si existe alguna vinculación entre las distintas condiciones mesoclimáticas que se encuentran en el lugar de implantación del sitio arqueológico El Shincal de Quimivil y la distribución espacial de cuatro sectores arquitectónico-funcionales diferentes: habitacional (Casa del *curaca*), de almacenaje (*Collcas*), de cultivo y de actividades varias (*Aukaipata* o plaza intramuros).

El sitio arqueológico El Shincal de Quimivil se ubica a $27^{\circ} 41' 14''$ S y $67^{\circ} 10' 31''$ W, en la localidad de Londres de Quimivil, Departamento de Belén, Pro-

vincia de Catamarca, Argentina, a una altitud de 1302 m snm. Dicho sitio ha sido interpretado como un centro administrativo regional erigido en un "lugar de reunión" o *tinkuy* en la confluencia de los ríos Quimivil y Hondo, en el extremo meridional del Valle de Hualfín. En el mismo se han reconocido numerosas estructuras arquitectónicas de piedra y mampostería entre las que sobresalen en el sector principal cinco *kallankas* -estructuras rectangulares de piedra labrada- (K1-5 en Figura 1), recintos circulares o *qollqas* para almacenamiento, numerosos Recintos Perimetrales Compuestos -RPC-, dos cerros aterrazados de unos 25 m de altura flanqueando la *aukaipata* -plaza central de carácter público-, y un *sinchiwasi* ubicado 10 m al S de la *aukaipata* -*sinchi*: guerrero; *huasi*: casa-, complejo arquitectónico compuesto por recintos menores que probablemente albergara *mitimaes* traídos de otras regiones (Raffino 2004). La *aukaipata* contiene en su interior, coincidiendo con el centro geográfico del sitio, uno de los edificios simbólicamente más importantes y significativos del Tawantinsuyu: el *ushnu* (Figura 1). El mismo consiste en una plataforma piramidal trunca de 16 m de lado por 2 m de altura que contiene en su porción superior, sobre el sector N, una tiana o banqueta de piedra. El acceso a esta estructura, de función ceremonial, se realizaba por medio de una escalinata de nueve peldaños (Raffino 2004).

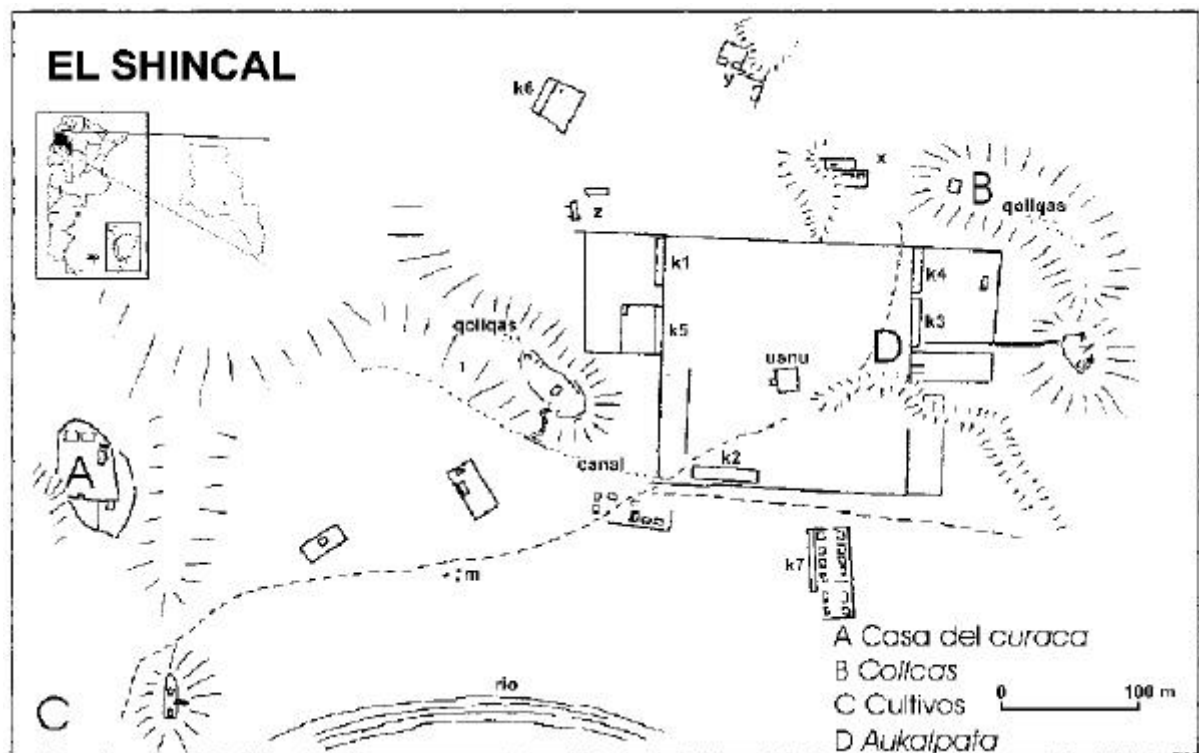


Figura 1. Plano del sitio arqueológico El Shincal (modificado de Farrington 1999) y ubicación de los sectores de muestreo mesoclimático.

En El Shincal, el clima regional no parece haber variado durante los últimos 500 años como sugieren los registros polínicos de otras regiones vecinas. D'Antoni (1976) para la Gruta del Indio (Mendoza) plantea que entre los años 3.000 AP y 2.000 AP un clima fresco y húmedo habría hecho retroceder a la provincia fitogeográfica del Monte hacia sus proporciones actuales; y que desde el 2.000 AP hasta la actualidad el clima, más fresco y seco que en el período anterior, habría generado el paisaje del presente. Por otro lado, Markgraf (1985) concluye que entre el 4.000 AP y el 500 AP las condiciones climáticas de la Puna Jujeña fueron similares a las del presente. No obstante ello, los cambios climáticos producidos durante la Pequeña Edad del Hielo, que afectaron partes cordilleranas de Argentina durante los últimos 500 años (Rabassa y Clapperton 1990), pudieron tener algún efecto en El Shincal. Si bien este período se halla bien documentado para la Patagonia (Mercer 1968, 1970, 1976), lo es escasamente para los Andes Centro - Norte y con dudas en cuanto a sus momentos de ocurrencia (Espízia 1989 en Rabassa y Clapperton 1990). Dadas las grandes variaciones tanto espaciales como temporales de este período, no hay certeza de la ocurrencia de cambios climáticos en El Shincal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características ambientales del área de estudio

La flora y vegetación del área de estudio corresponden a la provincia fitogeográfica del Monte (Cabrera 1971). La zona es parte de la Región Natural de Valles y Bolsones Pampeanos, donde el paisaje actual consiste de llanos con suaves pendientes largas encerradas por montañas de la región de Montañas en Sierras Pampeanas (Vargas Gil y Bianchi 1981). El macroclima actual es cálido, continental, árido (Morello 1958:32). La localidad con datos climáticos más comparable por su ubicación topográfica es Andalgalá -27° 35' S; 68° 19' W, 1072 m snm- (Servicio Meteorológico Nacional 1992). Con estos datos, y teniendo en cuenta las diferencias de altitud de ambas localidades, se estimaron las temperaturas media anual (ca. 16,5°C) y mensual de enero (ca. 23,9°C) y julio (ca. 7,7°C) para El Shincal. Los valores de temperatura presentan amplias variaciones diarias y estacionales, con ocurrencia de heladas durante el otoño e invierno. Las precipitaciones anuales son inferiores a los 200 mm, aun-

que en algunos oasis situados al pie de las cadenas montañosas, como el área de implantación del sitio El Shincal, pueden superar los 300 mm.

Sectores de registros mesoclimáticos

Se seleccionaron tres por su funcionalidad (A, B y C) y uno como testigo (D) (Figura 1):

- Casa del curaca* (también denominado sector 5g o sector Alvis): su arquitectura particular (Raffino 2004; Raffino *et al.* 1982) hace presumir que habría sido un área de vivienda destinada a clases de mayor jerarquía. Se encuentra al pie del cerro El Shincal que lo enmarca por el E y el N.
- Collcas*: se ubica en la franja central de la cumbre del cerro donde se encuentran las estructuras de almacenaje. El cerro se halla aproximadamente 70 m al N del sector *Aukaipata*, posee 50 m de altura y una longitud de 200 m.
- Cultivos*: se ubica en el extremo SW, por fuera del área edificada del sitio, y dentro de la superficie destinada a la agricultura.
- Aukaipata*: se ubica en el extremo NE de la plaza intramuros, a 2 m al W de una pirca de 1,5 m de altura que delimita una posible *kallanca* (K4) (ver Figura 1).

Variables del clima consideradas y sus técnicas de registro

Temperatura del aire (°C): se registró con termómetro de bulbo seco.

Temperatura del aire máxima y mínima diaria (°C): se registraron mediante termómetros de máxima y mínima.

Humedad Relativa o HR (%): se midió con psicrómetros a batería y calculó con empleo de tablas psicrométricas.

Déficit de saturación de vapor o DS (hPa): Se calculó con la fórmula: $DS = e_s \cdot [1 - (HR/100)]$, donde e_s = presión de saturación de vapor de agua para la temperatura correspondiente, y se obtiene por medio de tablas a partir de las temperaturas del aire.

Capacidad evaporante del aire (mm/h y mm/día): se utilizaron evaporímetros de Piché construidos con pipetas graduadas, obturadas un extremo y ensanchadas en el otro. En la boca se colocó una superficie evaporante circular de 2 cm de diámetro, fijada perimetralmente con cemento de contacto.

Velocidad del Viento (km/h): se registró con anemómetros totalizadores CASELLA. Se compararon dos sectores en cada medición.

Temperatura del suelo (°C): se registró con geotermómetros de alcohol SALBER. En cada sector se promedió la temperatura de dos de ellos.

Diseño del muestreo, cálculos y análisis estadístico

Los registros se realizaron en lugares con claros sin vegetación, a 1,5 m de altura sobre el suelo, y la temperatura edáfica a 0,10 m de profundidad. Para ello en cada lugar de registro se instaló un caño plástico a modo de poste, de 1,7 m de alto, que fue clavado 20 cm en la tierra y sujeto mediante tensores con estacas (Ruthzatz y Geyger 1971) (Figura 2). Los cuatro sectores fueron medidos simultáneamente durante tres días consecutivos en las cuatro estaciones del año. Los días 16 al 19 de septiembre de 1992 se tomaron como días de primavera por la proximidad de esta estación y los valores climáticos diarios que se registraron. Los días de verano registrados fueron del 2 al 4 de febrero de 1993, los días de otoño del 24 al 26 de mayo de 1993 y los de invierno del 3 al 5 de agosto de 1993. Los

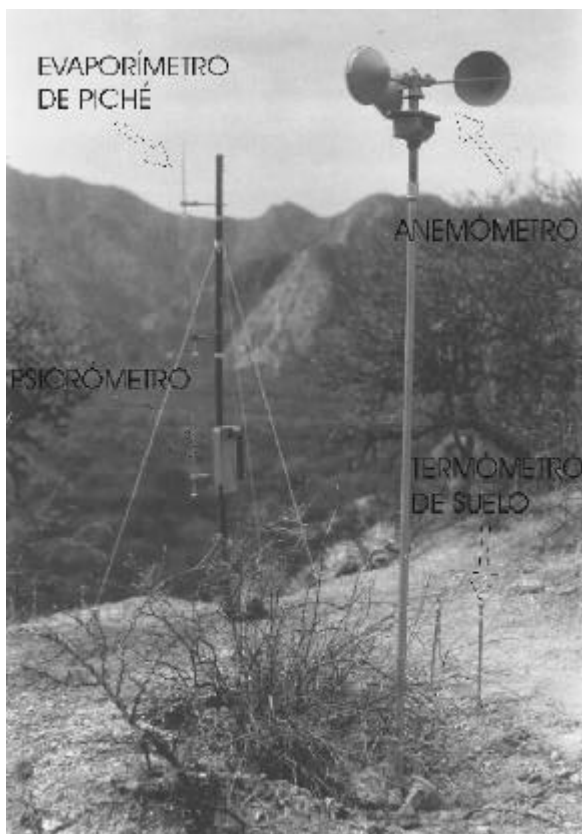


Figura 2. Vista del sector *Collcas* que muestra el instrumental de medición empleado.

registros se efectuaron al amanecer, al mediodía y al atardecer (08:10; 13:20 y 19:15 h en primavera, 07:15; 12:30 y 19:30 h en verano, 08:10; 13:45 y 18:20 h en otoño y 08:20; 14:05 y 18:45 h en invierno) con el fin de contar con temperaturas cercanas a las mínimas y máximas diarias, no obstante cada registro individual se unió con líneas en los gráficos sólo con el objetivo de visualizar mejor las diferencias entre los cuatro sectores. Cada estación del año se analizó de manera independiente. Se comparó el comportamiento diario de cada variable en cada sector y las diferencias entre los registros simultáneos.

Para reconocer las variables que mejor diferenciaron los sectores en cada estación se realizó un Análisis Discriminante (Jongman *et al.* 1987). Para este análisis se utilizaron las mínimas, máximas, medias y amplitud de cada elemento del clima. Excepto la temperatura del aire, cuyas máximas y mínimas absolutas se registraron con termómetros específicos para tal fin, en los otros casos estos valores hacen referencia a los obtenidos en los tres momentos de muestreo y no a valores extremos absolutos. Las medias se calcularon promediando las máximas y mínimas, y las amplitudes restando la mínima, a la máxima. La capacidad evaporante se analizó por sus valores totales diarios. Se graficaron las dos primeras raíces del Análisis Discriminante, que son las que mejor representaron la discriminación. Para la primavera se realizaron análisis separados para días con viento Zonda y sin él.

RESULTADOS

Análisis climático univariado por estación (Figura 3A, B, C, D, E y F)

Primavera

Las temperaturas del aire mostraron que *Collcas* resultó ser el sitio más cálido en horas diurnas y Casa del *curaca* el más fresco. Con viento Zonda (días 16/9 y 17/9) los cultivos tuvieron temperaturas diurnas altas como *Collcas*, pero cuando estuvo calmo los registros fueron 2°C menores a los de Casa del *curaca*.

Las temperaturas del suelo pusieron en evidencia que la Casa del *curaca* fue el sector más fresco durante todo el día, con temperaturas edáficas que variaron entre 8°C y 25°C, en tanto que en *Collcas* y Cultivos lo hicieron entre 15°C y 33°C. Las temperaturas medias de Casa del *curaca* fueron más bajas (16°C-17,5°C) que las de *Collcas* y Cultivos (21,1°C-24,5°C) que fue

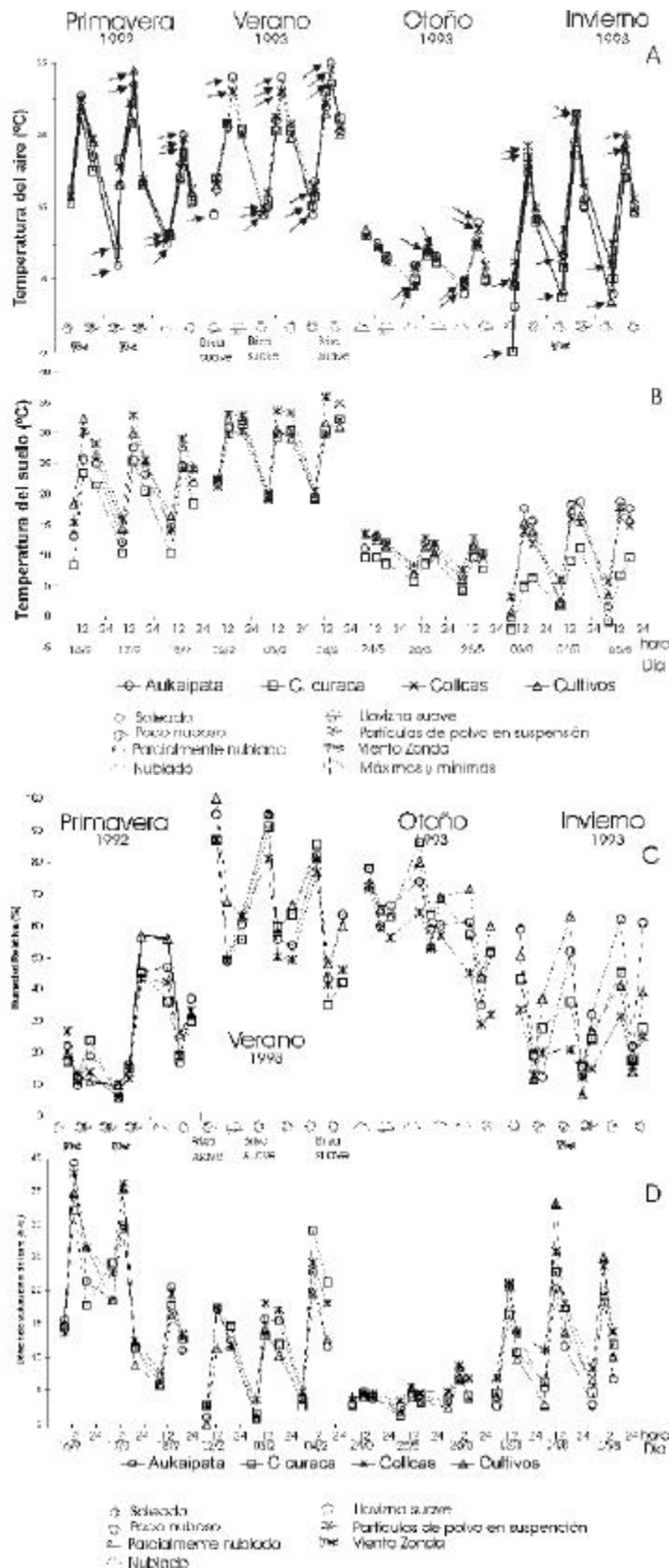


Figura 3. Temperatura del aire (A), del suelo (B) y Humedad Relativa (C), Déficit de saturación del aire (D), Velocidad del viento (E) y Capacidad evaporante del aire (F) de los cuatro sectores de registro, para días de primavera (16 al 18/9/1992), verano (2 al 4/2/1993), otoño (24 al 26/5/1993), invierno (3 al 5/8/1993). Las flechas indican las temperaturas mínimas y máximas absolutas.

donde se registraron las mayores amplitudes térmicas (11,5°C-17°C). Las amplitudes térmicas de *Aukaipata* y *Casa del curaca* variaron entre 10°C y 15,5°C.

La HR no superó el 30% en ningún sector cuando sopló el Zonda, pero cuando calmó el viento y se nubló (noche del 17/9 al 18/9), aumentó en todos los sitios especialmente en *Cultivos* que registró valores 10%-15% superiores al resto de los sectores. El DS en cambio, mostró mayor diferenciación y valores más elevados en días con Zonda, que cuando el viento calmó. El 16/9 y 17/9 la *Casa del curaca* presentó los menores DS al mediodía y *Collcas* los más elevados. En un día calmo las diferencias entre sectores fueron menores, pero los valores algo más bajos en *Cultivos*.

La intensidad del viento Zonda varió entre 2 km/h y 16 km/h. Este viento seco y cálido aumentó las temperaturas 5°C a 10°C y redujo la HR a la mitad. La capacidad evaporante del aire se duplicó los días con Zonda y fue *Collcas* el sector que más se diferenció, con tasas de evaporación más elevadas de las del resto de los sectores. *Casa del curaca* siempre presentó una capacidad evaporante algo menor. Esta última tendencia se mantuvo en día calmo (18/9) cuando las diferencias entre sectores se minimizaron.

Verano

La temperatura del aire no mostró marcadas diferencias entre sitios, especialmente con condiciones de nubosidad (tarde del día 2/2). *Collcas* registró las temperaturas medias más elevadas (23°C-25,5°C) con las mínimas más altas (15°C-17°C), las máximas más bajas (31°C-34°C), y por ende, la menor amplitud (13,5°C-16°C). *Aukaipata* por el contrario, presentó las mínimas más bajas (13,5°C-14°C), las máximas más altas (32°C-35°C) y la mayor amplitud térmica (18°C-21°C). *Cultivos* durante la mayor parte de los días fue aproximadamente 1°C más fresco que *Collcas*.

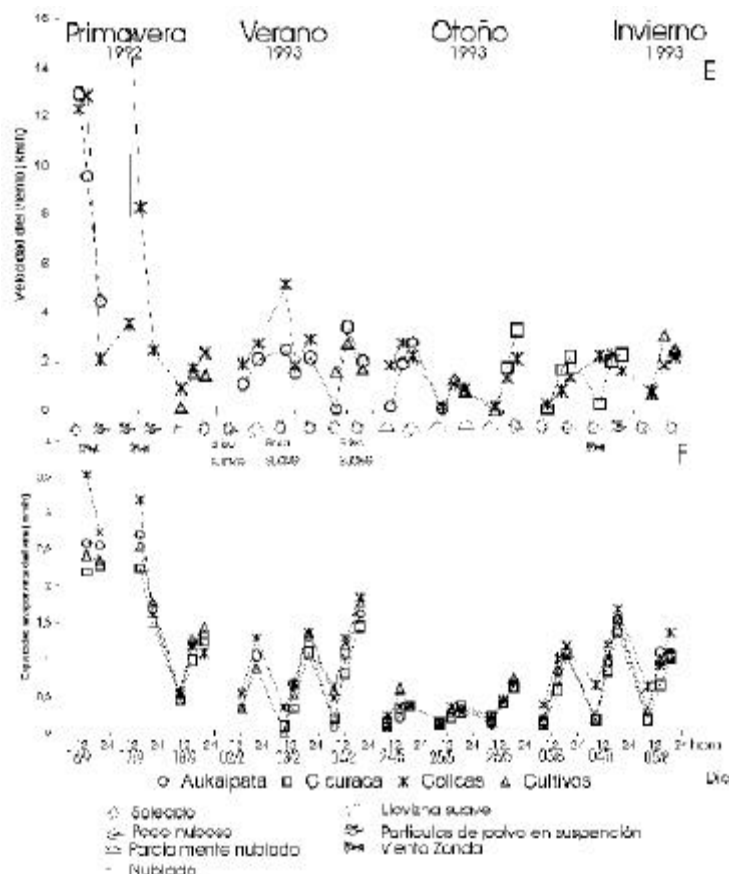


Figura 3. Continuation

Las temperaturas del suelo fueron claramente superiores en *Collcas* que en el resto de los sectores durante todo el día, con mayor diferenciación al mediodía (5°C-6°C en días despejados). Allí, las medias (26,3°C-27,9°C) y las amplitudes (10,8°C-15,5°C) fueron más altas que en otros sectores. *Aukaipata* tuvo durante los dos primeros días los valores más bajos de mínimas (19,3°C-21,3°C), máximas (30,3°C) y medias (24,8-25,8°C).

La HR se mantuvo 20% a 53% más elevada en *Cultivos* que en *Collcas*. Esta mayor humedad se reflejó en los valores máximos (96-100% vs. 77- 87%) y medios (65-82% vs. 59-68%) durante los tres días de medición. En la mayoría de los casos *Cultivos* también presentó los valores más elevados de HR mínima (48%-63%) y las amplitudes más bajas (34%-37%). *Casa del curaca* presentó variaciones diarias mayores que *Collcas* y *Cultivos*; el día 4/2 fueron de 51%.

El DS de vapor del aire mantuvo las tendencias de la HR, con valores mayores en *Collcas* que en *Cultivos* y con un patrón más variable respecto al sector *Casa del curaca*. *Collcas* tuvo los mayores DS mínimos (2,8 hPa-4,7 hPa) y, en la mayoría de las mediciones, los mayores DS máximos (17 hPa-17,4 hPa) y medios

(10,1 hPa-10,4 hPa). En *Cultivos* se registraron los menores DS máximos (11,7 hPa-19,6 hPa) y, en la mayoría de las mediciones, los menores DS medios (5,9 hPa-11,7 hPa) y amplitudes (11,7 hPa-15,9 hPa).

La velocidad del viento, cuando se comparó *Collcas* con *Aukaipata*, siempre fue superior en el primer sector. El tercer día en *Aukaipata* estuvo relativamente calmo (0,1 km/h) mientras que en *Cultivos* se registró una intensidad de 1,5 km/h. Esta tendencia entre sitios varió al amanecer en que *Aukaipata* mostró mayores intensidades que *Cultivos*, con máximos a la mañana de 3,4 km/h y 2,7 km/h respectivamente.

La capacidad evaporante del aire se diferenció claramente entre sectores, fue menor en *Casa del curaca*, con valores medios de 0,4 mm/h a 0,7 mm/h y máximos de 10,5 mm/h a 16,7 mm/h. *Collcas* tuvo siempre la capacidad evaporante del aire más elevada, tanto media (0,7mm/h-1,1 mm/h) como máxima (17 mm/h-25,5

mm/h).

Otoño

La temperatura del aire en los días nublados de registro de otoño fueron bastante homogéneas entre los sectores. *Collcas* se diferenció al mediodía con valores unos grados más elevados, aunque por la noche tendió a tener valores más bajos que *Cultivos* y *Casa del curaca*. En este último sector se registraron las máximas más bajas (8,5°C-11°C). *Collcas* tuvo mayores mínimas (4°C-7°C) y máximas (9,5°C-12°C) (salvo la máxima del 24/5) que *Aukaipata* (mínimas de 2°C-6°C y máximas de 8°C-12°C).

Las temperaturas edáficas diferenciaron más claramente a todos los sectores, siendo *Collcas* el sitio más cálido (mínimas de 7,8°C-12°C, máximas de 13°C-13,5°C y medias de 10,4°C-12,8°C). *Casa del curaca* fue el sector más fresco con las temperaturas mínimas (4,3°C-8,8°C), máximas (7,8°C-9,5°C) y medias (6°C-9,3°C) más bajas y las menores amplitudes (1°C-3,8°C). *Cultivos* fue térmicamente intermedio pero con amplitudes mayores (2°C-5,5°C).

La HR relativa fue 5% a 30% más baja en *Collcas*, con los menores valores mínimos (29%-57%), máximos (45%-72%) y medios (37%-64%). Las variaciones de la humedad también fueron bajas en *Collcas* los días 24/5 y 25/5, y en Casa del *curaca* el 26/5.

En tanto que el 24/5 y 25/5 Casa del *curaca* se presentó como el sector más húmedo (mínimas de 63%-64%, máximas de 78%-86% y medias de 71%-75%), el día 26/5 lo fue Cultivos con valores de 45% y 58% respectivamente. La mayor variación diaria ocurrió en *Aukaipata* el 24/5 (18%) y en Cultivos los días siguientes (26% y 28%, respectivamente).

El DS del aire presentó patrones inversos a los que siguió la HR. *Collcas* fue el sector con valores relativamente más elevados durante todo el día y promedios de 4,2 hPa a 6,8 hPa. El 24/5 Cultivos y *Collcas* presentaron los DS mínimos más altos (3,8 hPa y 3,7 hPa respectivamente), y *Aukaipata* y *Collcas* los máximos más elevados (3,9 hPa y 3,8 hPa respectivamente). En los días subsiguientes éstos últimos se registraron en *Collcas*. Los DS mínimos más bajos se observaron en Casa del *curaca* el 24/ y 25/5 (1,2 hPa y 2,9 hPa respectivamente) y en Cultivos (2,4 hPa) el 26/6. Los máximos más bajos del 24/5 (4 hPa-6,6 hPa) se registraron en Casa del *curaca*, y en Cultivos. Los valores medios más bajos, en cambio, ocurrieron en Casa del *curaca* los días 24/5 y 25/5 y en Cultivos el día 26/6. La velocidad del viento no superó los 3,5 km/h en los días de registro y mostró relaciones variables entre los sectores.

La marcha diaria de la capacidad evaporante del aire no evidenció patrones claros de diferenciación entre sectores, no obstante en *Collcas* se registraron los mayores valores medios (0,2 mm/h-0,3 mm/h) y diarios (5,1 mm/día-8,8 mm/día) durante los tres días. Por el contrario *Aukaipata* presentó los menores valores medios (ca. 0,2 mm/h) y diarios (4 mm/día-6,8 mm/día). Cultivos y Casa del *curaca* presentaron valores intermedios y similares entre sí.

Invierno

Las temperaturas del aire invernales tendieron a no diferenciarse simultáneamente más de 5°C entre sitios. No obstante *Collcas* fue unos grados más cálido durante todo el día y Casa del *curaca* el más fresco. Las temperaturas mínimas más bajas (1,3°C y 3°C) tuvieron lugar en *Aukaipata*, en tanto que las máximas más altas del día 3/8 se registraron en *Aukaipata*, *Collcas* y Cultivos (20,5°C, 20,5°C y 20°C respectivamente) y el

5/8 en Cultivos y *Collcas* (23,6°C y 23°C respectivamente). Durante el día 4 la temperatura de Cultivos acusó el valor más bajo a la mañana (3,5°C) y más alto al mediodía (27°C), por lo que tuvo la mayor amplitud térmica (23,5°C). Los días 3 y 5/8 esta última ocurrió en *Aukaipata* (19,3°C y 17,5°C). Durante los tres días de registro, *Collcas* tuvo mayores temperaturas mínimas (7,5°C-12°C) y medias (14°C-17,9°C) y menores amplitudes (11,8°C-13°C), que Casa del *curaca* que a su vez presentó máximas más bajas (de 17,6°C a 22,3°C). Los días 3/8 y 4/8 *Collcas* tuvo las mayores mínimas absolutas (4,5°C y 8°C), mientras que en Casa del *curaca* fueron de -0,5°C y 2,5°C. El día 5/8 Cultivos presentó una mínima más baja (2°C) y una máxima más alta (25°C) que *Collcas* (7°C y 23°C, respectivamente).

La temperatura del suelo diferenció mejor los sectores que la del aire. En cultivos fueron 1°C-2°C más altas que en *Collcas*. El sitio más fresco fue Casa del *curaca* (hasta 15°C menor) y el que llegó a registrar temperaturas bajo cero. Los tres días se mantuvo la misma relación térmica entre los sectores: a la mañana el valor más bajo correspondió a Casa del *curaca*, los intermedios a Cultivos y *Aukaipata* y el más alto a *Collcas*. Al mediodía y a la tarde *Aukaipata* registró el valor más alto, Cultivos y *Collcas* los intermedios y Casa del *curaca* los valores más pequeños.

La HR puso en evidencia que en invierno *Collcas* fue el sitio más seco, con valores inferiores a 30% y Cultivos el más húmedo. Este último registró los valores de mínimas más bajos (7%-14%) durante los tres días, en tanto que Casa del *curaca* los mínimos más altos (63%-64%) los días 3 y 4/8 y *Aukaipata* (22%) el 5/8. *Aukaipata* registró los valores más altos de máximas (59%-62%), medias (36%-42%) y amplitud (40%-47%) durante los días sin Zonda (3/8 y 5/8). El día 4/8, con Zonda, Cultivos presentó la máxima más elevada (63%) y la mayor amplitud (56%). *Collcas* tuvo las máximas (21%-34%), medias (14%-23%) y amplitudes (7%-21%) más bajas durante los tres días.

El DS del aire no presentó valores que permitan diferenciar claramente a los sectores. Los días sin Zonda (3/8 y 5/8) *Aukaipata* presentó los mínimos más bajos (2,7 hPa y 2,6 hPa respectivamente) y el máximo más alto el 3/8 (20,8 hPa); el 5/8 éste último se registró en Cultivos (24,9 hPa). Casa del *curaca* tuvo los más bajos DS máximos (16,3 hPa y 18,2hPa respectivamente) y medios (10,5 hPa y 11,5hPa), y las menores amplitudes (11,7 hPa y 13,4hPa). El día con Zonda (4/8) Cultivos presentó el DS mínimo más bajo

(2,9 hPa) y el máximo más alto (33,1 hPa), *Aukaipata* tuvo los valores máximos y medios más bajos (20,3 hPa y 12,4 hPa respectivamente) y *Collcas* la menor amplitud (14,6 hPa). *Collcas* registró DS mínimos (6,9 hPa-11,1 hPa) y medios (de 14 hPa a 18,4 hPa) más altos y Cultivos las mayores amplitudes (18,4 hPa-30,2 hPa).

Mientras el viento tuvo dirección NW (Zonda) desde el amanecer hasta el atardecer del 4/8, se percibió con más intensidad en *Collcas* que en Casa del *curaca*. Cuando no sopló Zonda (día 3/8 y tarde del 4/8) esta relación fue inversa. El 5/8 la intensidad más alta se registró en Cultivos a horas del mediodía (3,1 km/h) mientras que en *Collcas* el viento fue en aumento a lo largo de todo el día hasta llegar a la tarde a ser de 2,2 km/h.

La capacidad evaporante del aire fue proporcionalmente más baja en Casa del *curaca*, lo que se reflejó en los valores medios (0,4 mm/h-0,6 mm/h) y diarios (9,9 mm/día-13,6 mm/día) durante los tres días. *Collcas* tuvo la mayor capacidad evaporante media (0,7 mm/h-1 mm/h) y diaria (16,5 mm/día-23,5 mm/día).

Análisis multivariado de los cuatro sectores durante los días de cada estación

Primavera

Los días con Zonda, todos los sectores se discriminaron claramente (Lambda= 0,0006; F aproximado= 11,096; p< 0,008), siendo *Aukaipata* y Cultivos los que menos se diferenciaron entre sí (cuadrado de las Distancias de Mahalanobis 35,09), y *Collcas* y Casa del *curaca* los más diferentes (2661,16). Las variables que más contribuyeron a las raíces en este análisis fueron la capacidad evaporante máxima, la temperatura me-

dia edáfica y su amplitud diaria (Tabla 1). Las dos primeras, importantes tanto en la raíz 1 como en la raíz 2 del gráfico, tuvieron no obstante mayor injerencia sobre la segunda. Los sectores *Collcas*, y Casa del *curaca* se posicionaron en los extremos de la raíz 1, *Collcas* con los valores más altos de capacidad evaporante máxima del aire, temperatura media y amplitud térmica del suelo, y Casa del *curaca* con los más bajos. *Aukaipata* y Cultivos tuvieron condiciones intermedias a los anteriores, pero se diferenciaron entre sí por tener el primer sector mayor capacidad evaporante máxima del aire, y menor temperatura media y amplitud térmica del suelo (Figura 4A).

En días sin viento (Lambda= 0,0046; F aproximado= 4,509, p< 0,055) la discriminación entre sectores se debió a la capacidad evaporante mínima, la temperatura media del suelo y la amplitud térmica del suelo. La raíz 1 del gráfico tuvo como componente principal la amplitud térmica del suelo, mientras que en la raíz 2 las tres variables tuvieron injerencia semejante. (Tabla 1). El menor valor del cuadrado de las Distancias de Mahalanobis (18,20) se presentó entre *Aukaipata* y Casa del *curaca*, en tanto que la mayor diferenciación (105,97) fue entre *Collcas* y Cultivos. Cultivos se discriminó en un extremo de la raíz 1 principalmente por la amplitud térmica del suelo. Este sector tuvo baja amplitud térmica del suelo y altas capacidad evaporante mínima del aire y temperatura media del suelo. *Aukaipata* en el otro extremo de la raíz, presentó las tendencias opuestas para las variables mencionadas. La raíz 2, compuesta por partes semejantes de todas las variables, discriminó a *Collcas*, con las mayores temperatura media de suelo, amplitud térmica del suelo y capacidad evaporante mínima del aire de Casa del *curaca*, con características opuestas (Figura 4B).

Elementos climáticos	Primavera con Zonda		Primavera sin Zonda		Verano		Otoño		Invierno	
	Raíz (R) 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2
Temperatura máxima del aire	-	-	-	-	-0,07	-0,26	-	-	-	-
Temperatura media del aire	-	-	-	-	-	-	0,05	0,09	0,02	-0,23
Amplitud térmica del aire	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,13	0,20
Capacidad evaporante máxima del aire	-0,12	-0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
Capacidad evaporante mínima del aire	-	-	-0,10	0,20	-	-	-	-	-	-
Capacidad evaporante total	-	-	-	-	-	-	0,04	-0,09	0,04	-0,58
DS máximo	-	-	-	-	-0,09	-0,54	-	-	-	-
DS medio	-	-	-	-	-	-	0,13	-0,35	0,03	-0,24
Temperatura máxima del suelo	-	-	-	-	-0,63	0,10	-	-	-	-
Temperatura media del suelo	-0,13	0,99	-0,07	0,34	-	-	0,24	-0,04	-0,19	-0,49
Amplitud térmica del suelo	-0,02	0,18	0,33	0,23	-	-	0,02	0,07	-0,81	0,17
Autovalor	340,25	2,14	15,55	11,99	5,15	0,56	17,59	1,65	40,01	7,48

Tabla 1. Estructura de los factores resultantes del Análisis Discriminante para las cuatro estaciones del año.

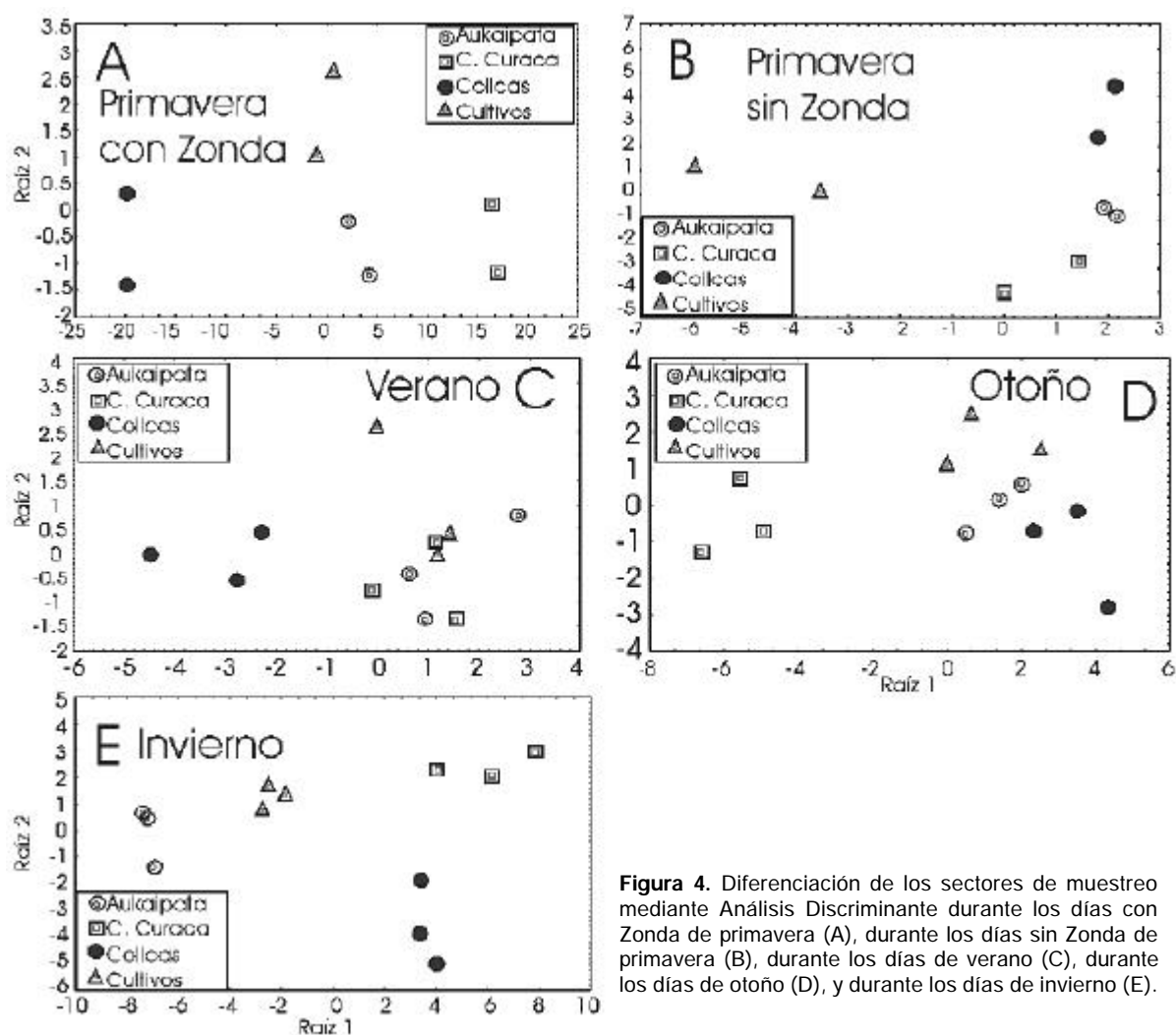


Figura 4. Diferenciación de los sectores de muestreo mediante Análisis Discriminante durante los días con Zonda de primavera (A), durante los días sin Zonda de primavera (B), durante los días de verano (C), durante los días de otoño (D), y durante los días de invierno (E).

Verano

El análisis estival ($\Lambda = 0,1040$; F aproximado = 2,512; $p < 0,055$) discriminó combinando la temperatura máxima del aire, el DS máximo y la temperatura máxima del suelo (Tabla 1). El sector mejor discriminado fue *Collocas*, en tanto que los valores de los otros tres tuvieron gran dispersión y no se diferenciaron grupos bien definidos. Los cuadrados de las Distancias de Mahalanobis no marcaron mayor diferenciación entre los sectores, con valores mínimos (0,67) entre *Aukaipata* y *Casa del curaca* y máximos (32,2) entre *Collocas* y *Aukaipata*. La raíz 1 del gráfico se basó en la temperatura máxima del suelo y la raíz 2 en el DS máximo y la temperatura máxima del aire. *Collocas* se diferenció por presentar altas temperaturas máximas edáficas, y en menor medida por los altos valores de DS máximos y de temperatura máxima del aire. El resto de los sectores no discriminaron entre sí (Figura 4C).

Otoño

Los sectores de muestreo se discriminaron claramente ($\Lambda = 0,0129$; F aproximado = 2,924; $p < 0,039$), en función de la temperatura media del aire, el DS medio, la capacidad evaporante total diaria, la temperatura media y la amplitud térmica del suelo (Tabla 1). La mayor distancia (125,28) se produjo entre *Collocas* y *Casa del curaca*, y la menor (7,42) entre *Aukaipata* y *Cultivos*. La raíz 1 se generó por la temperatura media del aire, el DS medio y la amplitud térmica del suelo, en tanto que la raíz 2 por la amplitud térmica del suelo. *Casa del curaca* fue el sector que más discriminó del resto, con los valores menores de temperatura media edáfica y del aire. Tuvo también bajos valores de amplitudes térmicas del suelo, de DS medio y de capacidad evaporante total (Figura 4D). Los otros tres sectores se diferenciaron de *Casa del curaca* por registrar mayor temperatura de suelo y DS medio.

Entre sí discriminaron por un gradiente en ese último elemento climático. *Collcas* fue el sector con mayores DS medio, capacidad evaporante total y temperatura media del suelo; no obstante tuvo temperaturas medias en el aire intermedias y amplitudes térmicas edáficas bajas. *Aukaipata*, presentó condiciones intermedias en todos los elementos, salvo la capacidad evaporante total que fue la menor. Cultivos tuvo los DS medios más bajos, las mayores amplitudes térmicas del suelo y temperatura del aire, y valores intermedios de capacidad evaporante total y temperatura media del suelo.

Invierno

Los sectores de muestreo se discriminaron claramente ($\Lambda = 0,0132$; F aproximado = 4,697; $p < 0,011$) por las temperaturas medias y amplitudes térmicas del aire y del suelo, el DS medio y la capacidad evaporante total (Tabla 1). La menor distancia (64,13) se produjo entre *Aukaipata* y Cultivos, y la mayor (273,30) entre *Aukaipata* y Casa del *curaca*. La raíz 1 se constituyó principalmente por la amplitud térmica del suelo, y la raíz 2 por la capacidad evaporante total diaria, la temperatura media del suelo, y en menor medida, por el DS medio, la temperatura del aire y las amplitudes térmicas del aire y del suelo. *Collcas* se diferenció por tener los mayores valores de capacidad evaporante total; presentó además los mayores DS y temperatura del aire medios, con temperatura media edáfica intermedia a alta. Al igual que Casa del *curaca* presentó bajas amplitudes del aire y del suelo (Figura 4E). Cultivos y *Aukaipata* se diferenciaron de Casa del *curaca* por tener amplitudes térmicas edáficas más elevadas. En Casa del *curaca*, la temperatura media del suelo, la capacidad evaporante total, el DS medio y la temperatura media del aire fueron bajas. *Aukaipata* se diferenció de Cultivos por su mayor amplitud térmica del suelo y una capacidad evaporante total y temperatura medias del suelo levemente superiores.

DISCUSIÓN

Collcas

Anteriormente a la instalación del Estado Inka ya las comunidades indígenas poseían un sistema de almacenaje local de sus productos alimenticios. Con el advenimiento de los Inkas el almacenaje adquirió mayor relevancia dado que formaba parte del sistema de redistribución del Estado. La producción "exceden-

te" de una población autosuficiente se acumulaba en las *collcas*, para que luego el Estado dispusiera de ellas. Ésta se destinaba a regiones circunstancialmente deficitarias, o se utilizaba para sostener a las expediciones militares o alimentar a los linajes reales, también podía ser entregada en forma de dádivas y mercedes (Morris 1972:397, 1985; Murra 1987:179). Los productos vegetales más comúnmente almacenados en las *collcas*, abarcaban tanto productos agrícolas como silvestres: maíz, papa, poroto y algarrobo, entre los más importantes. Tomando como modelo el caso del maíz, es interesante considerar las características actuales de su ensilaje. La preservación del grano -en silo aéreo y a granel- se obtiene almacenándolo a temperaturas de 2°C a 10°C y humedades relativas inferiores al 11%. En la provincia de Buenos Aires la temperatura del grano se logra mediante enfriadores especiales, y las condiciones al interior del silo son mantenidas a través de un sistema -ubicado en su parte inferior- de tubos perforados por los que circula aire durante la noche, lo que favorece la ventilación e impide la condensación de humedad en las partes más frías (Capparelli, observación personal en Molinos Harineros Campodónico Miguel SA, 1997). Los Inkas debieron cosechar el maíz entre fines de verano-principios del otoño, e inmediatamente proceder a su secado. Para ello se requieren altas temperaturas y bajos niveles de humedad. Durante el verano *Collcas* fue el único sector que se separó claramente por presentar los valores más altos de temperaturas del aire, y del suelo y de DS máximo. Según De Fina y Ravelo (1975:141), en las regiones de Argentina donde las lluvias ocurren casi exclusivamente a fines de primavera y verano, la humedad relativa es mínima a inicios de primavera y máxima en otoño. Durante la estación otoñal, que se caracteriza por ser húmeda, el sector *Collcas* presentó los mayores valores de DS medio, capacidad evaporante máxima y temperatura de suelo, por lo cual resultó el sector más propicio para lograr el secado de los granos recién cosechados. Además, registros complementarios de capacidad evaporante a 0,5 m sobre el suelo demuestran que éste fue el sector más desecante durante las horas de mayor insolación de verano y otoño (Capparelli 1994:19-21). Los motivos expuestos dan cuenta de la importancia que pudo tener el sector *Collcas* para llevar a cabo la tarea de secar los granos -principalmente durante las horas de mayor insolación- hasta llegar a niveles de HR inferiores al 15%.

Luego, los Inkas debieron enfriar los granos antes de su almacenaje definitivo. Durante el invierno se

registraron en todos los sectores temperaturas mínimas de $-0,5^{\circ}\text{C}$ a 8°C , valores que se encuentran dentro del óptimo para el almacenaje de estos granos (2°C a 10°C). No obstante, *Collcas* continuó siendo el sector de mayor capacidad evaporante, aunque comparativamente algo más cálido que los otros sectores. Casa del *curaca* fue en cambio relativamente más frío y húmedo. Se piensa que a los Inkas les debe haber sido más sencillo adaptar, para el almacenaje, un sitio cálido y seco que uno frío y húmedo. Tal razonamiento se ve avalado por el reconocimiento generalizado entre los especialistas en bioclimatología de la mayor dificultad de bioclimatizar hábitats húmedos que secos (ya sean fríos o cálidos) (Evans y Schiller 1988:156; Ferreyro *et al.* 1985). Otra ventaja en *Collcas* es que las menores amplitudes térmicas edáficas en invierno, sugieren que habría menores diferencias de temperaturas en las paredes del silo, y por lo tanto menos posibilidades de condensación de humedad. De esta manera, sería posible almacenar en los silos los granos secos, que enfriados a temperaturas de 2°C a 10°C , pudieron haber sido conservados por varios años.

En primavera el sector *Collcas* nuevamente presentó las mayores capacidades evaporantes máximas y temperatura media del suelo, lo que favorece la preservación de los granos. No obstante, las mayores amplitudes térmicas edáficas podrían provocar algún efecto negativo, que puede haber sido menor dado que en esta estación del año, antes del comienzo de las lluvias, la zona posee un mínimo porcentaje de humedad.

La condición desecante de este sector se hizo extrema cuando hubo viento Zonda, por lo que esta inclemencia climática pudo ser aprovechada favorablemente por los Inkas en la conservación de productos almacenados, tal como lo hicieron con las heladas noches de la puna para fabricar productos comestibles perdurables por largo tiempo como el chuño.

Cultivos

Los principales elementos climáticos que influyen sobre la agricultura son la temperatura, la humedad, la irradiación, el viento y la evaporación. La humedad del suelo es la principal fuente de agua para un cultivo, no obstante en algunas áreas el rocío también puede serlo; aunque es más escasa, ciertos cultivos como el tomate, ají, poroto, zapallo y maíz, responden bien a esta humedad extra (Griffiths 1968:61). La temperatura del suelo es muy importante para los vegetales ya que

afecta notablemente los procesos fisiológicos que se cumplen en las partes subterráneas de las plantas y regula el desarrollo de los microorganismos del suelo importantes para la agricultura (De Fina y Ravelo 1975).

Cada proceso fisiológico tiene una temperatura óptima de realización, por lo que el estudio completo de la interacción de esos elementos permite definir el óptimo "climático" para el crecimiento de una especie determinada (Griffiths 1968:58). Las plántulas de maíz, el cultivo más importante en este sitio según su registro arqueobotánico (Capparelli *et al.* 2004), sólo se desarrollan entre los 2°C y 48°C y su crecimiento se ve favorecido a los 32°C (De Fina y Ravelo 1975). Las plantas adultas requieren noches cálidas para su máximo desarrollo y mueren después de tolerar más de tres días con bajas temperaturas, aunque superiores al punto de congelamiento (Griffiths 1968:59).

Durante la ocupación Inka, y aún actualmente, el período de lluvias y libre de heladas, desde fines de primavera hasta principios de otoño, debió ser el más importante para el desarrollo de los cultivos. Los registros mesoclimáticos pusieron en evidencia que durante las estaciones cálidas el sector Cultivos tuvo un mesoclima intermedio entre *Collcas* (cálido y seco) y Casa del *curaca* (frío y húmedo) en cuanto a las temperaturas medias del aire y del suelo, a la amplitud térmica edáfica y a la capacidad evaporante. Estas condiciones moderadas, serían las más propicias para el desarrollo de cultivos del tipo del maíz que necesitan altas temperaturas en condiciones que no sean desecantes en extremo. Asociado a ello este sector presentó en verano la mayor HR media y el menor DS máximo y medio, lo que daría ventajas a este sector para el crecimiento de estos cultivos.

Vale la pena aclarar que ningún cultivo puede alcanzar real importancia en un sistema agrícola si no está bien adaptado a las características ambientales de la zona. Su desarrollo depende de todos los factores que conforman el ambiente, y no se puede hacer referencia a niveles óptimos de un sólo factor para determinada especie, sin tener en cuenta los niveles, al menos aproximados, del resto de los componentes (Griffiths 1968:58).

Casa del curaca

La existencia placentera del hombre en un mesoclima o microclima determinado se mide mediante diversos índices de confort que determinan la condición

ambiental que favorece el equilibrio térmico del cuerpo y ofrece la sensación de neutralidad térmica. Estos índices dependen de la temperatura del aire, la humedad absoluta, el viento, la temperatura radiante media, el nivel de actividad física, el valor aislante de la ropa y de factores individuales como alimentación, aclimatación, edad, sexo, peso, entre otros (Normas IRAM 1992). Cada cultura posee sus propios índices de confort, y los Inkas seguramente no han sido la excepción, pudiendo haber existido entre ellos cierta jerarquización de los ambientes locales seleccionados para cada clase social. Es evidente que sería muy especulativo suponer cuáles fueron exactamente las condiciones climáticas más placenteras para los Inkas, pero ciertos datos empíricos sobre los indígenas andinos y el clima regional, permiten realizar algunas conjeturas al respecto. Los balances térmico e hídrico juegan un papel muy importante en la vida cotidiana del ser humano (Griffiths 1968:71). La temperatura promedio de la superficie corporal, o de la piel, es de aproximadamente 33,3°C; el cuerpo gana calor extra cuando el aire supera esa temperatura, y se generan movimientos de convección de masas de aire que llevan calor hacia él. Por el contrario, si el aire posee una temperatura inferior se produce una pérdida de calor por convección que se acelera por acción del viento. En cuanto al agua, que constituye la 2/3 parte del peso corporal, una pérdida del 1% causa disturbios físicos, del 10% impide caminar y del 20% hace imposible la supervivencia sin rehidratación. En suma, el cuerpo humano gana calor por su metabolismo y por radiación, convección y conducción desde objetos más calientes, mientras que lo pierde por transpiración, y por radiación, convección y conducción a objetos más fríos (Griffiths 1968:73). En climas desérticos como el de la zona de estudio, el hombre se debe proteger de la intensa radiación solar diurna y de los intensos fríos nocturnos. Existen datos empíricos sobre la resistencia al frío que poseen los indígenas andinos, cuyos pies se hallan muy irrigados de pequeños capilares sanguíneos a través de los cuales el calor les llega muy rápidamente (Griffiths 1968:80, Frisancho 1996:128). Si se tiene en cuenta, también, la importancia del balance térmico e hídrico, los factores de desconfort más importantes de los Inkas debieron ser las elevadas temperaturas del mediodía -sobre todo en primavera y verano- y la alta capacidad evaporante del aire.

Los datos mesoclimáticos obtenidos, demuestran que Casa del *curaca* sería un área habitacional propia por varios motivos. Tanto la primavera, como el

verano, fueron las estaciones con días más cálidos y desecantes. Durante estas estaciones Casa del *curaca* fue el sector más fresco al mediodía y el de menores temperaturas medias y amplitudes térmicas del suelo, además de haber poseído la atmósfera menos desecante incluso cuando sopló el Zonda, con los menores valores de DS máximo y de capacidad evaporante máxima y media. Durante el verano, presentó temperaturas similares a *Aukaipata* y Cultivos, pero con los valores más bajos de capacidad evaporante total. El cerro "El Shincal", que rodea a este sector por el N y por el E, lo protege de las fuertes radiaciones solares y de los vientos cálidos del N, como el Zonda. Tales características favorecerían las menores ganancias extras de calor y disminuirían la deshidratación del cuerpo humano. En otoño e invierno también fue el sector más fresco en el aire y el suelo, pero por las adaptaciones mencionadas de estos indígenas al frío (Griffiths 1968:80) habrían podido superar esta situación con una buena vestimenta, tal como lo realizan los quechuas modernos (Frisancho 1996). Durante el invierno también constituyó un lugar húmedo, y brindó protección al viento Zonda.

Aukaipata

Este sector, analizado más como referente para los otros sectores que por su funcionalidad en sí misma, resultó poseer condiciones intermedias entre *Collcas* y Casa del *curaca* para la mayoría de los elementos climáticos durante la primavera, el otoño y el invierno. No obstante en otoño presentó los valores más bajos de capacidad evaporante total y en invierno las mayores amplitudes térmicas tanto del suelo como del aire.

CONCLUSIONES

Las vinculaciones entre las condiciones mesoclimáticas de los sectores arquitectónico-funcionales de almacenaje, habitacional y cultivo y la distribución espacial de los mismos en el lugar de implantación del sitio El Shincal de Quimivil, sugieren que el conocimiento de la diversidad de hábitats, y de los factores ecológicos asociados, les ha servido a los Inkas para planificar las distintas funciones de cada unidad arquitectónica en este centro administrativo. Así, el sector de almacenaje ubicado en el sector más cálido, con mayores déficit de saturación y capacidad evaporante estival y otoñal, reúne condiciones ventajosas para

secar el maíz, especialmente en la estación más húmeda (otoño), en tanto que la sequedad invernal del sitio, con temperaturas mínimas (óptimas para enfriar el cereal) y baja amplitud térmica edáfica, beneficiarían la preservación de los granos. La ubicación del sector habitacional al reparo del Cerro Shincal -con bajos DS y capacidad evaporante en primavera y verano, amplitudes térmicas edáficas bajas y menos desecantes cuando sopló el Zonda-, reuniría condiciones propicias para los Inkas ya que lo protegerían de las elevadas temperaturas y de la sequedad del aire. En tanto que los cultivos se realizaron en sectores con mesoclimas intermedios, una mayor humedad relativa estival y baja capacidad evaporante durante días con Zonda, lo que favorecería el desarrollo del maíz que requiere altas temperaturas bajo condiciones no extremadamente desecantes.

Dada la importancia que la producción de maíz y el calendario agrícola asociado a ella, tuvieron para los Inkas, El Shincal, por sus características climáticas topográficas e hídricas, pudo servir para fortalecer el dominio del Estado Inka al sostener el cultivo de maíz a gran escala. Tal como este trabajo pone en evidencia, en este sitio la planificación de las distintas funciones de cada unidad arquitectónica y de las áreas de cultivo se desarrolló de manera acorde a las características de los mesoclimas comprendidos en él. Todo esto hace suponer la posibilidad de que El Shincal, que ha sido considerado como un "Nuevo Cusco" (Farrington 1999), haya sido relevante para el abastecimiento de alimentos de otros sitios de la región.

Agradecimientos

Los autores agradecen la paciencia y disposición de todos aquellos que colaboraron con la toma de las mediciones mesoclimáticas: Rodolfo Raffino, María Marta Toddere, José Giancristófero, Carlos Bartoli, Paulino Mirabal y Don Ramón Fonteñes. A Rodolfo Raffino por haber facilitado la realización de las varias campañas al terreno, a través de subsidios otorgados por el CONICET. A Marcelo Arturi por el asesoramiento brindado en cuanto a las técnicas estadísticas y a Miguel Cardós por su cordial atención y asesoramiento en Molinos Harineros Campodónico Miguel S.A.

REFERENCIAS CITADAS

- Azócar, A. y M. Monasterio
1980 Estudio de la variabilidad Meso y Microclimática en el Páramo de Mucubají. En *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*, editado por M. Monasterio, pp. 225-262. Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida.
- Cabrera, A. L.
1971 Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín Sociedad Argentina Botánica* 14(1-2): 1-42.
- Capparelli, A.
1994 Manejo del espacio y los Recursos Naturales en el proceso Cultural del Sitio Arqueológico El Shincal (Dpto. Belén, Londres de Quimivil, Catamarca). Informe Final Beca Iniciación, CONICET, Buenos Aires, Argentina. MS.
- Capparelli, A., V. Lema y M. Giovannetti
2004 El poder de las plantas. En *El Shincal de Quimivil*, pp. 141-163. Editorial Sarquis, San Fernando de Catamarca.
- Cobo, B.
1890 [1653] *Historia del Nuevo Mundo*. Sevilla.
- D'Antoni, H. L.
1976 *Paleoecología de la Gruta del Indio (San Rafael, Mendoza) y sus correlaciones*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- De Fina, A. L. y A. C. Ravelo
1975 *Climatología y fenología agrícolas*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Earls, J.
1976 Evolución de la Administración Ecológica Inca. *Revista del Museo Nacional* 42: 208-245.
- Evans, M. y S. de Schiller
1988 *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*. Serie Ediciones Previa Volumen 9, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Farrington, I.
1999 El Shincal: un cusco del Kollasuyu. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 53-62. La Plata.
- Ferreiro, C., E. Rosenfeld, O. Ravella, C. Discoli y L. Guerrero
1985 Sistemas de enfriamiento pasivo para zonas templadas húmedas. *Actas de la 10^{ma}. Reunión de Trabajo de ASADES*, pp. 23-29, Neuquén.
- Frisancho, R. A.
1996 *Human adaptation and accommodation*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.

- Geiger, R.
1971 *The climate near the ground*. Tercera edición. Harvard University Press, Massachusetts.
- Griffits, J. F.
1968 *Applied climatology: An introduction*. Oxford University Press, Oxford.
- Jongman, R. H. G., C. J. F. Ter Braak y O. F. R. Van Tongeren
1987 *Data analysis in community and landscape ecology*. Editorial Universitaria Panamá, Panamá.
- Kristensen, M. J.
1992 *Características microclimáticas de Sierra de la Ventana y su relación con la vegetación*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Kristensen, M. J. y J. L. Frangi
1995 Mesoclimas de Pastizales de la Sierra de la Ventana. *Ecología Austral* 5: 5-64.
1996 Mesoclimas de Roquedales de la Sierra de la Ventana. *Ecología Austral* 2: 15-122.
- Mc Naughton, S. J. y L. L. Wolf
1984 *Ecología General*. Omega, Barcelona.
- Markgraf, V.
1985 Palaeoenvironmental history of the last 10000 years in Northwestern Argentina. *Zentralblatt für Geologie and Paläontologie* 11-12: 739-1749.
- Mercer, J. H.
1968 Variations of some Patagonian glaciers since the late glacial: I. *American Journal of Science* 266: 1-109.
1970 Variations of some Patagonian glaciers since the late glacial: II. *American Journal of Science* 269: 1-25.
1976 Glacial history of southernmost South America. *Quaternary Research* 6: 25-166.
- Monteith, J. L.
1975 *Vegetation and the Atmosphere*. Volúmenes I y II. Academic Press, Londres.
- Morello, J.
1958 *La Provincia Fitogeográfica del Monte*. Volumen II. Opera Lilloana, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán.
- Morris, C.
1972 State Settlements in Tawantinsuyu: A Strategy of Compulsory Urbanism. En *Contemporary Archaeology*, editado por M. Leone, pp. 393-401, Southern Illinois University Press, Carbondale.
1985 *Huánuco Pampa: An Inca City and its Hinterland*. Thames and Hudson, Londres.
- Murra,
1987 *La organización económica del Estado Inca*. Editorial Siglo XXI (Cuarta edición), Instituto de Estudios Peruanos. Colección América Nuestra, Lima.
- Norma IRAM 11603/1992
1992 *Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. Norma IRAM Nro. 11603, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires.
- Rabassa, J. y Ch. M. Clapperton
1990 Quaternary Glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Science Reviews* 9: 153-174.
- Raffino, R.
2004 *El Shincal de Quimivil*. Editorial Sarquís, San Fernando de Catamarca.
- Raffino R, R. Alvis, L. Baldini, D. Olivera and G. Raviña
1982 Hualfín, El Shincal, Watungasta: tres casos de urbanización Inka en el NO argentino. *Actas del 9º Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, pp. 470-497. Sociedad de Arqueología, Museo Arqueológico La Serena, La Serena.
- Rosenberg, N. J.
1974 *Microclimate: The Biological Environment*. A Wiley-Interscience Publication, J. Wiley & Sons, Nueva York.
- Ruthsatz, B. y E. Geyger
1971 *Wird die intensivierung der Grünlandkultur in Island durch das klima begrenzt?* Berichte aus der Forschungsstelle Nedri As, Volumen VIII, Hveragerdi (Island).
- Scaëta, H.
1935 Terminologie climatique, bioclimatique et microclimatique. *La Mét* 11: 342-343.
- Servicio Meteorológico Nacional
1992 *Estadísticas Climatológicas 1981-1990*. Servicio Meteorológico Nacional, Publicación B₁, Nro. 6. Fuerza Aérea Argentina. Buenos Aires.
- Toledo, V. M.
1992 What is ethnoecology? Origins, scope and implications of a rising discipline. *Ethnoecológica* 1: 5-21.
2002 Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. En *Ethnobiology and Biocultural Diversity*, editado por J. Stepp, F. Wyndham y R. Zarger, pp. 511-522. The International Society of Ethnobiology, Georgia.
- Vargas Gil, J. R y A. R Bianchi
1981 Regiones Naturales del NOA. *Memoria Anual de Información Técnica para productores*. INTA. Salta.
- Zuidema, R. T.
1980 El ushnu. *Revista de la Universidad Complutense* 28: 317-362.