

# SIG Y ANÁLISIS LOCACIONALES DE INSTALACIONES FORMATIVAS TEMPRANAS DE LA QUEBRADA DEL TORO (SALTA, ARGENTINA)

## GIS AND LOCATIONAL ANALYSIS OF EARLY FORMATIVE SITE IN QUEBRADA DEL TORO (SALTA, ARGENTINA)

María Eugenia De Feo<sup>1</sup>

Se presentan los resultados de los análisis locacionales de instalaciones de Quebrada del Toro (Salta, Argentina), con cronología formativa temprana (siglo VIII a.C. al V d.C.). Las variables estudiadas en cada caso fueron: unidad topográfica de asentamiento, altitud relativa, potencialidad económica de los suelos y proximidad a los cursos permanentes de agua. Para tal fin se empleó información espacial obtenida en trabajos de campo, interpretación visual de imágenes satelitales y fotografías aéreas, procesamiento matemático de imágenes, modelos digitales de elevación, entre otros. Los mencionados análisis fueron realizados en un entorno SIG. Los resultados obtenidos señalan una amplia variabilidad en las situaciones de emplazamiento de los diferentes sitios, no documentada en estudios previos. Tales resultados son retomados para discutir los modelos de uso y organización del espacio tradicionalmente propuesto para las comunidades aldeanas formativas locales.

**Palabras claves:** SIG, análisis locacionales, Formativo, espacio, variabilidad.

*This article presents the results of the locational analysis in Quebrada del Toro (Salta, Argentina) early formative site, (VIII century B.C. to V A.D.). The variables analyzed were: topographic settlement unit, relative elevation, economic potential of soils and proximity to permanent water courses. For this purpose it was used spatial information obtained in field work, visual interpretation of satellite images and aerial photographs, mathematical image processing, digital elevation models. The above analyzes were performed in a GIS environment (Geographic Information System). The results show a wide variability in the location of sites not documented in previous studies. These results are taken up to discuss models of space use and organization, traditionally proposed for local village communities.*

**Key words:** GIS, locational analysis, Formative, space, variability.

Hace décadas se realizaron en la Quebrada del Toro (Salta, Argentina) estudios arqueológicos que permitieron la documentación de seis instalaciones cronológicamente asignables al Período Formativo Inferior o temprano (700 a.C. a 400 d.C.): Las Cuevas, Cerro El Dique, Potrero Grande, La Mina, Las Capillas y La Encrucijada, todas ellas definidas funcionalmente como “aldeas” (Raffino 1977:257). Sobre la base de la evidencia obtenida en estos sitios se propuso un modelo de aldeas cuya localización se habría dado preferentemente próxima a los fondos de valle y en asociación con campos agrícolas, estepas de pastoreo y cotos de caza (Cigliano et al. 1976; Raffino 1977).

En este trabajo se presentan y discuten los resultados del análisis locacional de un conjunto de sitios con cronología formativa temprana. Este comprende los sitios ya mencionados, así como otros localizados recientemente en el marco de

un proyecto de investigación que busca abordar la manera en que las comunidades aldeanas de Quebrada del Toro organizaron e hicieron uso del espacio en el Formativo (De Feo 2010). Se debate si las condiciones de emplazamiento de los sitios responden al patrón de localización aldeano antes propuesto y las implicancias de los resultados alcanzados en las discusiones acerca de la espacialidad de las comunidades formativas locales.

### Variables y Herramientas

Con el objeto de evaluar la adecuación del nuevo registro al patrón de localización aldeano establecido se realizó análisis locacional para cada uno de los sitios documentados en el área a la fecha, a excepción de Las Capillas que no pudo ser localizado en el terreno. Estos son 16: Las Cuevas I (LCI), Cerro El Dique (CED), Potrero Grande (PG), La Mina (LM),

<sup>1</sup> División Arqueología, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata - CONICET. Paseo del Bosque s/n La Plata CP 1900, Buenos Aires, Argentina - eugeniadefeo@yahoo.com.ar

La Encrucijada I (LE I) y otros recientemente localizados: Las Cuevas V (LCV), Picadero Las Cuevas (PLC), Alero El Dique (AED), Tres Cruces II (TCII), Corte Blanco (CB), La Elvira (LElv), La Damiana I, II y III (LD I, II y III), La Ollada (LO) y Salamina (SAL) (Figura 1). Dichos análisis se llevaron a cabo en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG) (ESRI 2010). La información cartográfica de base comprendió: un mapa de sitios georreferenciados en el terreno mediante geoposicionador satelital; una imagen satelital Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper* (ETM) del área; un *Aster Global Digital Elevation Model* (ASTER GDEM), de 30 m de resolución; fotografías aéreas escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM); Hojas topográficas Salta y San Antonio de los Cobres a escala 1:250.000 del IGM (1990) y Nevado de Chañi 1:100.000 (Copia heliográfica, Dirección Nacional de Minería 1956-59).

Los análisis tuvieron en cuenta muchas variables que, según la bibliografía, caracterizan las instalaciones formativas aldeanas de Quebrada del Toro (Raffino 1977) y que fueron examinadas de la manera que se desarrolla a continuación:

1. Unidad topográfica de asentamiento: La ubicación en las áreas bajas de piedemonte, por encima de la franja fértil de fondo de valle, ha sido una característica definitoria de los asentamientos formativos tempranos de Quebrada del Toro y otras áreas del NOA (Raffino 1977; Tarragó 1980). Para analizar esta variable se confeccionó, a partir de la interpretación visual de imágenes remotas y un modelo digital de elevaciones (MDE), una cartografía donde se discriminan diferentes unidades topográficas: fondo de cuenca (a), conos aluviales y terrazas bajas (b), piedemontes medios (c) y altas cumbres (d).
2. Altitud relativa: Esta variable considera la posición altitudinal de los sitios respecto de su entorno. Se ha planteado que los sitios más tempranos tienden a ocupar áreas con alturas poco destacadas, a diferencia de lo que se observa durante el Tardío, donde los poblados, a excepción de aquellos vinculados con la actividad agrícola y pastoril, lo hacen en zonas altas (Raffino 1988).

La fórmula utilizada para su cálculo fue la desarrollada por Parcero (2002):  $\text{Altura Relativa} = (\text{Altura absoluta del sitio} - \text{Altura media del entorno}) / \text{DS}$ . La altura absoluta de los sitios –altura máxima medida–, fue obtenida en el

terreno con GPS. La Altura media del entorno y el desvío se estimaron según radios fijos de 500 m a partir de cada sitio, establecidos mediante la función *buffer* sobre el MDE.

3. Potencialidad económica de los suelos: El modelo de localización de sitios aldeanos menciona la existencia de territorios con recursos diversificados en el entorno de los asentamientos. Ello implica, teniendo presente que se trata de sociedades con una economía agropastoril (Raffino 1977, 1988; De Feo 2010), la existencia de áreas propicias para el desarrollo de agricultura extensiva y una alta concentración de recursos para el pastoreo.

Este análisis implicó primero la confección de un mapa de coberturas vegetacionales, uno de humedad del suelo y otro de pendientes. Para los dos primeros se aplicaron sobre la imagen satelital dos índices: *NDVI* y *Tasseled cap humedad* (Chuvieco 1991). De la combinación de ambos se obtuvo un mapa de suelos supervisado en el terreno a partir de polígonos de control. Independientemente, con el MDE se creó un mapa de pendientes, en el que las distintas superficies fueron clasificadas según su aptitud agrícola y los requerimientos tecnológicos necesarios para su explotación según Raffino (1975:26).

De la combinación de los dos anteriores resultó un mapa de suelos, donde las diferentes categorías de uso se definieron sobre la base de una tecnología agrícola de tipo extensiva, documentada para el Formativo temprano: (1) suelos fértiles, bien irrigados, con pendientes menores al 10%. Incluyen las vegas con alta disponibilidad de pasturas naturales y las áreas bajas de los conos aluviales, de pendientes moderadas que favorecen el escurrimiento del agua y el desarrollo de prácticas agrícolas extensivas; (2) suelos de estepa con pendientes entre 0 y 10% y bajo aporte hídrico. Comprenden terrazas y lomadas bajas, con moderado potencial forrajero y bajo potencial agrícola a causa de la escasez hídrica; (3) suelos esteparios de piedemonte con pendientes entre 10 y 20% y aporte hídrico estacional, baja retención de agua y erosión importante. Abarcan las áreas más altas de conos aluviales y piedemontes bajos, con moderado potencial forrajero; (4) suelos de piedemonte con pendientes superiores al 10%, suelos desnudos o con vegetación muy dispersa, con nulo potencial agrícola-pastoril.

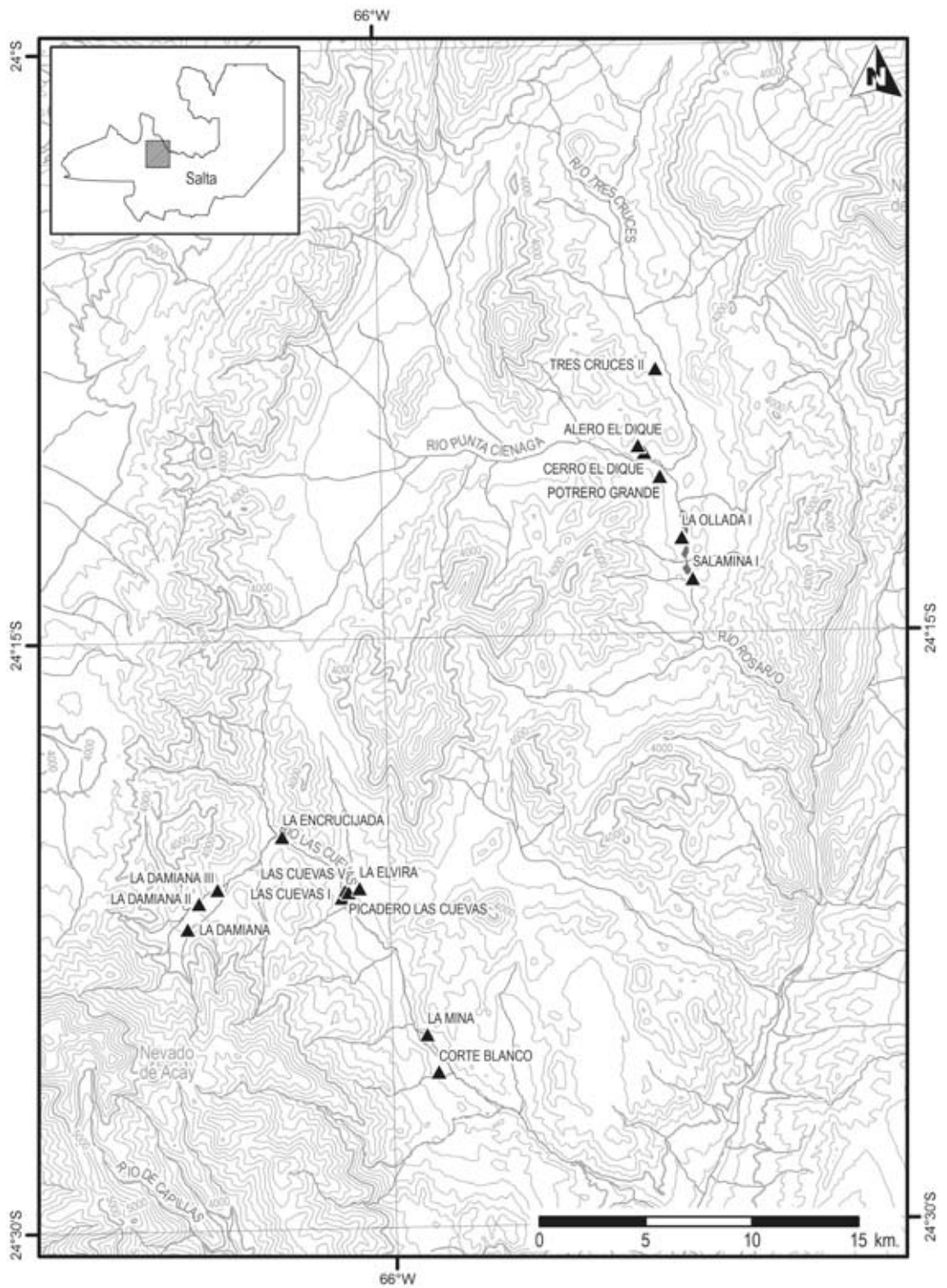


Figura 1. Ubicación del área de estudio y sitios analizados.

*Location of the study area and sites analyzed.*

Se calculó el porcentaje de dichos suelos en unidades de tiempo/distancia. Estas unidades, denominadas Isocronas, se crearon mediante la función *Path Distance* del SIG, la que permite calcular el costo acumulado de desplazamiento sobre el terreno en función de la distancia, pero que también tiene en cuenta factores como la red hidrográfica y la pendiente que influyen en el coste del recorrido (Wheatley y Gillings 2002). Una vez creadas fueron convertidas a unidades de tiempo de 5, 15 y 60 minutos, utilizando el algoritmo Tobler, que considera una velocidad de desplazamiento teórica de 5 km/h (5.037 km/h más exactamente) (Gorenflo y Gale 1990).

4. Proximidad a cursos de agua permanentes: Según el modelo ya mencionado, los sitios se hallan vecinos a los cursos de agua permanentes, separados por la franja fértil de fondo de valle, donde se disponen los campos agrícolas de la aldea (Raffino 1977). Para indagar acerca del comportamiento de los sitios respecto de esta variable, primeramente se digitalizó un mapa de la red hidrológica a partir de la interpretación visual de la imagen satelital intensificada con fotografías aéreas. Con el objeto de evaluar en qué rango de distancia se hallan los sitios arqueológicos, se generaron tres radios de 100, 200 y 300 m desde cada curso de agua.

## Resultados y Discusión

Los resultados alcanzados han permitido extraer algunas diferencias y regularidades en los patrones de localización de los distintos sitios. Los mismos se sintetizan en la Tabla 1.

Retomando el modelo aldeano de localización manejado tradicionalmente para el área, los índices expuestos muestran que no todos los sitios analizados se ajustan a este. Se observa por ejemplo que algunos de ellos se ubican en áreas relativamente alejadas de los fondos de cuenca, como es el caso de La Elvira, Corte Blanco o Alero El Dique, emplazados en piedemontes medios. Otros, como La Damiana I, II y III, La Ollada y Salamina, están ubicados sobre el fondo de valle. En cambio se adecuan al patrón de localización sobre terrazas y abanicos aluviales bajos, por encima de la franja fértil de fondo de valle y que ha sido observado en Las Cuevas I, La Mina, La Encrucijada I, Potrero Grande y Cerro El Dique, otros sitios recientemente documentados como Las Cuevas V, Picadero Las Cuevas y Tres Cruces II.

El examen de las alturas relativas mostró que todos los sitios ocupan puntos poco elevados respecto de su entorno inmediato, lo que se desprende de los valores negativos en los índices obtenidos, ajustándose al patrón de localización de

Tabla 1  
Resultado de los análisis locacionales por sitio.  
*Site locational studies result.*

Sitio	Unidad de emplazamiento	Altitud relativa	Isocronas (minutos)												Distancia a cursos de agua (m)
			Tipo 1			Tipo 2			Tipo 3			Tipo 4			
			5	15	60	5	15	60	5	15	60	5	15	60	
LC I	b	-0,30	31	20	7	32	47	36	30	26	32	7	7	25	100
LC V	b	-0,21	23	17	7	77	69	35	0	12	32	0	2	26	200
PLC	b	-0,21	21	15	6	79	71	37	0	10	31	0	4	26	300
PG	b	-0,44	55	49	13	22	31	45	23	18	23	0	2	19	200
CED	b	-0,32	43	36	14	31	28	41	23	25	22	3	11	23	100
LM	b	-0,41	43	22	9	24	15	23	19	40	38	14	23	30	100
LE I	b	-0,38	27	14	7	27	21	18	36	50	33	10	15	42	100
L Elv	c	-0,04	0	9	7	100	81	34	0	8	33	0	2	26	+300
CB	c	-0,06	3	28	9	64	26	27	33	31	34	0	15	30	+300
LD I	a	-0,81	3	10	4	85	61	18	10	18	26	2	11	52	100
LD II	a	-0,77	0	14	5	66	66	24	14	8	27	20	12	44	100
LD III	a	-0,81	39	35	5	39	29	23	20	20	29	2	16	43	100
TC II	b	-0,49	26	31	6	69	43	48	5	22	22	0	4	24	200
SAL	b	-0,85	20	7	2	61	43	50	15	32	28	4	18	20	100
LO	b	-0,81	11	11	8	82	73	50	5	11	27	2	5	15	100
AED	b	-0,41	0	24	14	15	29	40	82	28	22	3	19	24	+300

asentamientos aldeanos. Sin embargo se observan algunas diferencias entre ellos. Por ejemplo, un grupo de sitios posee índices cercanos a cero, lo que señala posiciones altitudinales que rondan las alturas medias de su entorno: La Elvira y Corte Blanco. Esto es coherente con su ubicación en sectores medios de piedemonte.

Como resultado del análisis de potencialidad económica de los suelos se registró una amplia variedad de situaciones. No obstante ello, es posible delinear algunas tendencias en la relación entre sitios y suelos. Una de ellas es la proximidad de los sitios con los suelos fértiles de fondo de valle. Con algunas excepciones, el conjunto estudiado muestra significativos porcentajes de este tipo de suelos en sus entornos inmediatos. Esta vinculación se constata además por el hecho de que los porcentajes de suelos de Tipo 1 en algunos casos disminuyen de forma abrupta, en otras de manera más gradual, al ampliar las isocronas de análisis. Es decir, para estos sitios los suelos aptos para el aprovechamiento extensivo agrícola y pastoril parecen haber constituido un factor relevante en la selección del área de emplazamiento. Volviendo al patrón de localización en donde se proponía la proximidad de los sitios con áreas propicias para la agricultura y el pastoreo, se observa que casi todos los sitios se ajustan satisfactoriamente.

La Elvira, Corte Blanco, La Damiana I y II y Alero El Dique, en cambio, poseen bajo o nulo porcentaje de suelos de Tipo 1 y predominio de suelos de Tipo 2 en sus entornos inmediatos. Es decir, prácticamente no existen en las inmediaciones de estos sitios suelos aptos para el desarrollo de agricultura de tipo extensiva y los recursos forrajeros son más limitados, aunque sí pueden estar representados en bajo porcentaje en el radio de 15', esto señala que no existe un desligamiento absoluto de estos sitios respecto de los suelos de alto potencial económico. En suma, los sitios de este conjunto, a diferencia de lo que se plantea en el modelo de localización propuesto para sitios aldeanos, no parecen estar en vinculación directa con áreas agrícolas o zonas de pastoreo, al menos no con aquellas de mayor productividad.

Respecto de la relación de los sitios con los cursos de agua, las distancias pueden ser variables, aunque la gran mayoría de los sitios se disponen en los intervalos de 100 y 200 m, variación que parece responder en gran medida a la amplitud de las quebradas. La gran mayoría de los sitios se localiza

dentro del rango de 100 m considerado desde los cursos Las Cuevas I, La Mina, La Encrucijada I, Cerro El Dique, La Damiana I, II y III, La Ollada y Salamina. Más alejados, en el rango de los 200 m se hallan Potrero Grande, Las Cuevas V y Tres Cruces II. En el rango de 300 m o más se ubican Picadero Las Cuevas, Alero El Dique, La Elvira y Corte Blanco.

En cuanto a la relación espacial entre sitios y estos cursos, en términos generales se hallan separados por las áreas fértiles y vegas de fondo de valle, acorde al modelo de emplazamiento sugerido por Raffino (1977, 1988) para el Formativo. En sitios como La Elvira, Corte Blanco y Alero El Dique, ubicados a distancias mayores de 300 m respecto de cursos de agua permanentes, la superficie que media entre ellos incluye además un importante porcentaje de suelos estepa. En contraposición a esta situación, en los sitios La Damiana I, II y III, Salamina y La Ollada, todos ellos sitios con arte rupestre, los grabados se encuentran en su gran mayoría paralelos a los cursos de agua, a escasos metros de estos, y en los últimos dos casos a poca distancia de cuerpos de agua conocidos como Lagunas del Toro.

## Conclusiones

Sintetizando lo expuesto hasta aquí se aprecia que los sitios sometidos a análisis muestran importantes variaciones en su emplazamiento. Las Cuevas V y Tres Cruces II se adecuan al patrón de localización aldeano que se verifica también en los sitios mencionados en la bibliografía. Poseen además, como surge de su análisis arquitectónico y de sus conjuntos materiales (que por cuestiones de espacio no desarrollaremos aquí, pero pueden consultarse en De Feo 2010), varios elementos que permiten definirlos como bases residenciales semi-permanentes o "aldeas" *sensu* Raffino (1977:157).

Otro conjunto de sitios en cambio no se ajusta a dicho patrón. Esta variabilidad en las áreas de emplazamiento de los sitios se asocia además con otras diferencias que manifiestan en su arquitectura y conjuntos materiales (De Feo 2010). Sitios con manifestaciones rupestres como La Damiana III, La Ollada y Salamina se ajustan a este patrón aldeano, sin embargo se trata de conjuntos de bloques con grabados rupestres, no vinculados a áreas de residencia. En rasgos generales todos los conjuntos rupestres se ubican sobre los fondos de

cuenca, en sectores no destacados del paisaje y en asociación directa con cursos de agua. La Damiana I y II mostraron bajos porcentajes de suelos de alta productividad agrícola y pastoril, sin embargo al ser analizados conjuntamente con La Damiana III –al parecer estos sitios debieron tener continuidad en el espacio, la que se vio afectada por factores antrópicos posdeposicionales– se observa que los grabados conforman un sendero que conduce desde el fondo de valle hacia las quebradas de altura, por medio de un paso o abra. Su emplazamiento, próximo a áreas de alta concentración de recursos forrajeros o a senderos que conducen hacia estos, su disposición en el terreno marcando recorridos y la amplia mayoría de representaciones de camélidos, nos han llevado a proponer que los conjuntos rupestres pudieron funcionar como dispositivos materiales y conceptuales, organizando la circulación y delimitando espacios productivos en el marco del desarrollo de actividades pastoriles.

Picadero Las Cuevas posee una ubicación muy similar a la registrada en los sitios aldeanos, aunque más distante de los cursos de agua permanentes. La evidencia intrasitio señala el desarrollo de actividades de talla lítica. Una funcionalidad similar se infiere para Alero El Dique, también retirado de cursos de agua permanentes y de los suelos fértiles de fondo de cuenca. La Elvira y Corte Blanco, por su parte, se caracterizan por poseer valores de altitud relativa media, se hallan alejados de los cursos de agua permanentes, los que

están ausentes en un radio superior a los 300 m, y entornos inmediatos con ausencia o muy baja frecuencia de suelos de alto potencial económico, aunque no necesariamente desligados de estos últimos. Ambos se ubican próximos a vegas y pasos de altura y registran conjuntos líticos y cerámicos bastante expeditivos además de bajas densidades de ocupación, aunque en el caso de Corte Blanco la inversión de trabajo en la arquitectura es similar a la observada en sitios residenciales. Todos ellos atributos que han sido documentados en puestos de pastoreo de otros sectores del noroeste argentino (Olivera y Grant 2009).

La variabilidad observada en los patrones de emplazamiento y respaldada por la evidencia a una escala intrasitio nos conduce a rever, al menos de forma parcial, el modelo aldeano de uso del espacio tradicionalmente sostenido, compuesto de manera exclusiva por sitios aldeanos reproduciendo un idéntico modelo de localización. La evidencia muestra en cambio la existencia de sitios con patrones de localización, características arquitectónicas y artefactuales diversas, integrados funcional y operativamente en modelos de uso y organización del espacio a escala regional.

*Agradecimientos:* Los trabajos mencionados fueron desarrollados en el marco de una beca Doctoral otorgada por el CONICET. A Rolando Ajata y Doina Munita por su invitación a participar en el Simposio del cual surge este trabajo.

## Referencias Citadas

- Cigliano, E., R. Raffino y H. Calandra 1976. La aldea Formativa de Las Cuevas (provincia de Salta). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. N.S. Vol. 10: 73-130.
- Chuvieco, E. 1991. *Fundamentos de teledetección espacial*. Rialp, Madrid.
- De Feo, M.E. 2010. *Organización y uso del espacio durante el Período Formativo en la Quebrada del Toro (provincia de Salta)*. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- ESRI 2010. ArcGIS Desktop: Release 10. SP 1. Build 2800 Level: Advanced (ArcInfo) Redlands, CA.
- Gorenflo L. y N. Gale 1990. Mapping regional settlement in information space. *Journal of Anthropological Archaeology* 9: 240-274.
- Olivera, D. y J. Grant 2009. Puestos de altura de la Puna argentina: zooarqueología de Real Grande 1 y 6 y Alero Tomayoc. *Revista del Museo de Antropología* 2: 151-168.
- Parceró, C. 2002. La construcción del Paisaje Social en la Edad del Hierro en el Noroeste Ibérico. Tesis Doctoral defendida en Facultad de Xeografía e Historia Universidade de Santiago de Compostela. *Monografías Ortegalia* 1.
- Raffino, R. 1975. Potencial ecológico y modelos económicos en el N.O. argentino. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. N.S. Vol. 9: 21-45.
- Raffino, R. 1977. Las aldeas del Formativo inferior en la Quebrada del Toro (provincia de Salta, Argentina). *Obra del Centenario del Museo de La Plata* 2: 253-299.
- Raffino, R. 1988. *Poblaciones indígenas en Argentina. Urbanismo y proceso social precolombino*. Ediciones TEA, Buenos Aires.
- Tarragó, M. 1980. Los asentamientos aldeanos tempranos en el sector septentrional del valle Calchaquí y el desarrollo agrícola posterior. *Estudios Arqueológicos* 5: 29-53.
- Wheatley, D. y M. Gillings 2002. *Spatial technology and archaeology*. Taylor & Francis, Londres.