

## SEGÚN PASAN LOS AÑOS: ESTIMACIÓN DE LA INCIDENCIA DE PROCESOS NATURALES EN LA FORMACIÓN DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO

*Andrés Laguens \**

### RESUMEN

Se propone una técnica cuantitativa de análisis de procesos de formación natural en sitios arqueológicos, derivada de la ecología vegetal. Se basa en la determinación de una Tasa Promedio de Erosión Anual, midiendo la acción de la erosión sobre los sistemas radicales expuestos de arbustos de estepa en zonas áridas a semiáridas, que crecen en sitios arqueológicos. Se desarrollan los aspectos técnicos del método, presentando un caso de estudio en el centro de Argentina, y se agrega un programa de computación en lenguaje BASIC para su implementación.

### ABSTRACT

*A quantitative analysis of plant ecology is presented as a means to recover natural formation process in archaeological sites. The aim is to establish an Annual Mean Erosion Rate measuring erosive action on the exposed roots of arid and semiarid steppe shrubs grown at archaeological sites. The field and laboratory techniques are explained, exemplified with a case study in Cordoba, central Argentina. The BASIC program used appears in Annex 1.*

### INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de trabajar en zonas áridas a semiáridas en procesos de desertificación es que los sitios arqueológicos se hallan sujetos a la acción de agentes erosivos que, aparentemente, alteran el sustrato y, consecuentemente, crearían desplazamientos verticales y horizontales del material. Esto introduce modificaciones en el registro arqueológico, difíciles de controlar, en el sentido de poder ponderar su intensidad, velocidad y consecuencias.

El resultado práctico de ello es la manifiesta inseguridad en cuanto al sustento empírico de la investigación, dificultando la toma de decisión tanto respecto a estrategias investigativas y al proceso inferencial en general, como cuando es necesario una evaluación de significancia en el manejo de recursos culturales.

Luego, el objetivo de este trabajo es proponer una técnica de análisis derivada de la ecología vegetal (Hueck, 1951), que estima objetivamente la intensidad y velocidad de procesos erosivos recientes, aplicable en situaciones de sitios arqueológicos impactados, en ambientes áridos-semiáridos. Inicialmente, desarrollamos los aspectos técnicos del método y después ejemplificamos su aplicación con un caso concreto en Córdoba, Argentina. Además, se agrega un apéndice donde se desarrolla un breve programa de computación en

---

\* Lic. en Antropología, Becario de perfeccionamiento del CONICET, Argentina.  
Centro de Investigaciones, Fac. Fil. y Hum., U.N. de Córdoba, C.C. 801, 5000 Córdoba, Argentina.  
Recibido: Junio 1990.  
Aprobado: Octubre 1991.

lenguaje QUIK-BASIC para la aplicación de esta técnica y la creación de un archivo de datos.

## CONSIDERACIONES PREVIAS

Debemos hacer de antemano ciertas distinciones que delimiten con precisión el campo de aplicación de la técnica a desarrollar.

Hablamos de **áreas impactadas** en tanto áreas alteradas por la acción de factores múltiples, tanto naturales como culturales, que afectan a un sustrato determinado, soporte material de la manifestación bajo análisis, sea éste un objeto individual, un conjunto de objetos o un ambiente particular (Laguens *et al.*, 1985:137). El impacto puede desencadenar un proceso de alteración de magnitud suficiente como para que la transformación sufrida sea de escasa o nula reversibilidad, especialmente en los casos en que su grado de acción ha sido tal que supera la resistencia o elasticidad del sistema.

De los procesos que llevan al impacto ambiental existen dos emparentados, cuyo resultado final es semejante y que tienen especial vigencia en áreas de bajo índice de precipitación o de déficit de agua. Nos referimos a la **desertización** y la **desertificación**. Ambos conceptos describen el avance del desierto, como cambios ecológicos que privan a la tierra de su capacidad para sostener la agricultura y a las comunidades humanas (Eckholm y Brown, 1980: 13). Hablamos de desertización cuando los agentes de cambio son solamente de origen natural, pero cuando hay intervención antrópica, hablamos de desertificación. En términos de procesos de formación, podríamos caracterizar a la desertización mediante la estipulación de n-transforms y a la desertificación mediante la estipulación de n-transforms + c-transforms (1).

La técnica de análisis aquí propuesta puede ser válida para ambas clases de procesos, pues ésta se basa en un análisis de las **consecuencias** que tienen estos procesos sobre la matriz del sitio y no apunta a analizar el proceso específico o las causas que las generaron. En general, el proceso natural de alteración se resume en el modelo universal vigente en la geomorfología para el ciclo árido de erosión (Polanski, 1975), cuyo principal agente es el viento actuando en áreas de amplia variación de temperatura diaria, con escasez o déficit de agua, excesiva evaporación y cubierta vegetal discontinua. El resultado a nivel del sustrato es la deflación del componente fino del suelo y la abrasión eólica sobre las rocas, así como la agradación. A nivel de la geomorfología de la zona se caracteriza por una red de drenaje de caudal escaso, con bajos sin salida en las zonas llanas, pedimentos y bolsones en los bordes montañosos, con médanos y áreas de depositación del material suelto, fino (*op. cit.*: 261-267). Se entiende que cada caso o región particular tendrá sus propios indicadores, de acuerdo al paisaje original y a los procesos históricos sufridos, éstos suelen ser bien conocidos por los investigadores de cada región. En nuestro caso, por ejemplo, pudimos determinar, mediante un estudio ecológico, arqueológico y etnohistórico, el paisaje original de la región en el siglo xvi, y el proceso histórico de población y explotación económica del área desde el 1000 AC, hasta el siglo xx, con la concomitante sucesión vegetal (Díaz *et al.*, 1985; Díaz, 1986; Laguens y Bonnín, 1985).

La finalidad de la técnica propuesta, entonces, es **cuantificar** el cambio ambiental y así, mediante el análisis de sus consecuencias, estimar el **grado de alteración del sustrato** de un sitio arqueológico, ponderando la intensidad y velocidad de la erosión vigente durante un lapso temporal determinado. No pretende analizar el efecto directo de la erosión sobre el

---

(1) N-transforms y c-transforms en los términos de Schiffer (1987: 22) como leyes que describen regularidades generales en los procesos de formación.

registro arqueológico de un sitio dado. Sólo a partir de los resultados obtenidos se podrá especificar el alcance del impacto sufrido por el yacimiento y saber si éste pudo haber afectado al registro arqueológico. Como sostuvimos en otro documento (ver Delfino *et al.*, 1987: 34), creemos que la condición de impacto de un sitio restringe, pero no anula, su potencial informativo respecto a la actividad humana pasada. Sin embargo, estas restricciones requieren de la implementación conjunta de una serie de estrategias y técnicas de investigación, tradicionales y no tradicionales, que deben ser estandarizadas y servir de base para una evaluación de significancia objetiva de un sitio ante situaciones ambientales como las aquí planteadas.

Para analizar las consecuencias del cambio sobre el material arqueológico desarrollamos, desde 1985 a 1989, una técnica de control periódico del cambio mediante una Unidad de Observación Controlada del registro arqueológico superficial en un sector del yacimiento (Laguens *et al.*, 1987). Se tomaron registros anuales de la distribución de los ítemes, que fueron sometidos a diversos análisis estadísticos, uni y bivariados, y a técnicas de análisis espacial de dispersión y agregación, con el fin de estudiar la acción de los procesos de formación durante un lapso determinado sobre el registro superficial del sitio (Laguens, 1989). Como complemento a dicho estudio de procesos de formación es que desarrollamos el que aquí se presenta, para analizar la tasa de erosión promedio que afecta a un yacimiento.

## TÉCNICA

La técnica fue inicialmente diseñada y puesta a prueba por Kurt Hueck (1951) para resolver problemas de índole fitogeográfico en la cuenca de Andalgalá (Provincia de Catamarca, Argentina) (2). Se trata de un método biológico que permite estimar la tasa anual promedio de transporte del suelo en un sitio, midiendo los efectos erosionales del viento y de la lluvia sobre los sistemas radicales de plantas arbustivas.

El estudio se basa en la relación entre la edad de la planta y la porción expuesta del sistema radical como medida de la erosión vigente durante la vida del individuo (desde su brote hasta el presente).

El método se aplica a arbustos de la familia de las zigofiláceas, cuyo sistema de brotes aéreos permite estimar su edad, tales como jarilla (*Larrea cuneifolia* y *Larrea divaricata*), retamo (*Bulnesia retama*) y otros como pichana (*Cassia aphylla*) y usillo o suripelado (*Tricomaria usillo*), todos ellos arbustos típicos de las estepas de vegetación xerófila del Noroeste y Centro de Argentina.

En el caso de *Larrea cuneifolia* y *Larrea divaricata* la estructuración de los brotes aéreos permite calcular la edad del individuo en base al crecimiento del brote. Éstos llegan a crecer entre 10 y 15 cm por año, y presentan una estructura nudosa que se pierde en las ramas de más de 10 años de edad, las que se leñifican y alcanzan un diámetro de aproximadamente 6 cm. Según Hueck (1951: 227), se estima que estas plantas pueden alcanzar los 25 años de edad, con una altura de hasta 2,5 m pero, por lo general, ésta oscila entre 1,5 y 2 m, con un cuello radical fuerte, de unos 15 cm de diámetro.

Debido a los efectos erosivos del viento y/o de la lluvia, el cuello radical de dichos arbustos empieza a quedar descubierto y parte de sus raíces expuestas, que se van leñificando progresivamente (Fig. 1). Hay casos en que las plantas contienen en sus raíces expuestas parte de los sedimentos originales en los que brotó, en forma de un pequeño montículo,

---

(2) La idea original de plantear este tipo de estudio en arqueología fue sugerida por Rex González (1956/58) en un trabajo en la zona de Copacabana, Córdoba.

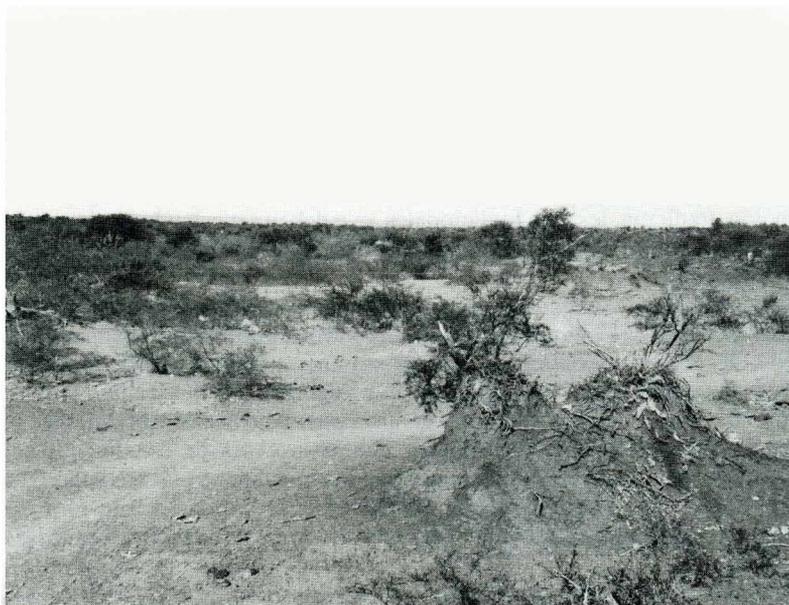


Fig. 1. Efectos de la erosión sobre los sistemas radicales de *Larrea divaricata*. Nótese la conservación de sedimento original en la colina.

hallándose el piso inmediatamente a su alrededor en un nivel más bajo. Por supuesto, que la altura de la porción expuesta del sistema radical estará en función no sólo de la intensidad y duración de los procesos erosivos, sino también de las características sedimentológicas de la matriz donde brotó la planta dentro del sitio arqueológico particular en estudio.

La técnica de campo consiste en medir la porción radical expuesta (**a**) del arbusto, desde la superficie primitiva ( $s_p$ ), marcada por el cuello radical, hasta la superficie actual ( $s_a$ ) (Fig. 2). En caso de presentar un pequeño montículo o lometa, se mide también su altura (**c**). Estas mediciones se realizan sobre una muestra que se considere suficientemente representativa de la variación de edades (o alturas) de los especímenes presentes en el sitio, siempre de una misma especie.

Luego, se calcula la edad de cada planta, para lo cual se utilizan varios criterios simultáneos, a saber:

- a) la edad observada en el campo (**b<sub>i</sub>**) de acuerdo a la estructuración de los brotes aéreos, según las características propias de desarrollo de la especie seleccionada;
- b) el diámetro y leñosidad del cuello y de las ramas (**b<sub>1</sub>**), también observado en el campo;
- c) el grado de roturas o quebramiento de ramas, ya sea por animales silvestres, ganado o acción antrópica, y su consecuente rebrote (**b<sub>r</sub>**);
- d) la altura total de la planta (**p**) desde el cuello radical, dividida por 10 o por 15, de acuerdo al rango de crecimiento anual establecido por Hueck para **Larrea**; o el que se sepa corresponda de acuerdo a la especie seleccionada.

De ello resultan dos edades, una **observada** (**b<sub>o</sub>**) (en base a los criterios a, b y c) y otra **calculada** (**b<sub>c</sub>**) mediante el promedio de los dos valores obtenidos en base al criterio d), logrando un intervalo con dos valores, máximo y mínimo.

La edad calculada se promedia con el valor mayor de la observada, resultando lo que

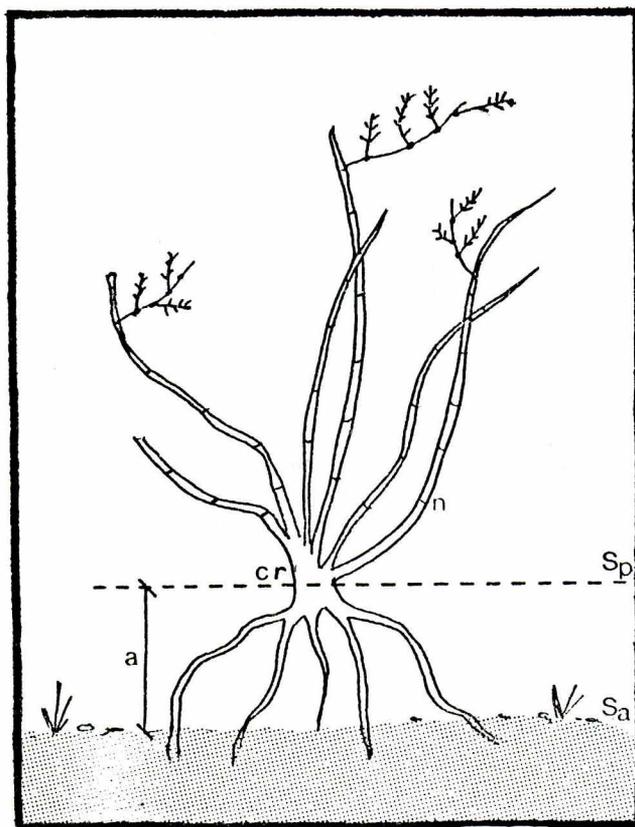


Fig. 2. Esquema del arbusto *Larrea* sp., "jarilla".

Referencias:  $S_p$  superficie primitiva  
 $S_a$  superficie actual  
 $cr$  cuello radical  
 $a$  altura de la porción radical expuesta  
 $n$  nudo

denominamos **edad estimada** ( $b_e$ ), con un intervalo de dos edades, que es la utilizada en el cálculo de la tasa de erosión anual promedio.

La **erosión anual** esperada ( $e$ ), en forma simplificada, se calcula mediante la relación

$$e = \frac{a}{b} \quad (1)$$

es decir, la razón entre la porción radical expuesta del arbusto y su edad.

Si presenta montículo o lometa en las raíces ( $c$ ), entonces la **erosión anual observada** es

$$e = \frac{a + c}{b} \quad (2)$$

Hueck hace los cálculos tomando como base la cifra más alta del intervalo de edad estimada. Nosotros, utilizando los dos límites del intervalo de edad estimada ( $b_1$  y  $b_2$ )

obtenemos una erosión mínima ( $e_1$ ) y una erosión máxima ( $e_2$ ) tomando ambas cifras consecutivamente:

$$e_1 = \frac{a}{b_1} \quad (3)$$

$$e_2 = \frac{a}{b_2} \quad (4)$$

Luego, obtenemos la **erosión total anual** sumando los valores de la erosión observada para cada ejemplar que componga la muestra

$$e = \frac{\sum_{i=1}^N N_{e_i}}{N} \quad (5)$$

donde N es el número de ejemplares y  $\sum e_i$  es la suma de todos los valores de erosión desde el ejemplar de orden 1 ( $i=1$ ) hasta el N-simo ( $e_1+e_2+e_3+\dots+e_n$ ).

Con igual criterio que en los pasos anteriores (3) y (4) también podemos obtener una mínima y una máxima, utilizando los respectivos valores de  $e_1$  y  $e_2$

$$e_{\min} = \frac{(e_1)_1 + (e_1)_2 + \dots + (e_1)_n}{N} \quad (6)$$

$$e_{\max} = \frac{(e_2)_1 + (e_2)_2 + \dots + (e_2)_n}{N} \quad (7)$$

Para obtener la *media de erosión anual* se promedian ambos valores, mínimo y máximo, de la erosión anual de todos los ejemplares

$$E = \frac{e_{\min} + e_{\max}}{2} \quad (8)$$

Finalmente, obtenemos la **tasa promedio de erosión anual** dividiendo la media de los valores de altura de cuello por los valores de la media de la edad estimada. Se obtienen dos valores, máximo y mínimo posible

$$TPEA_1 = \frac{c}{b_{e,1}} \quad (9)$$

$$TPEA_2 = \frac{c}{b_{e,2}} \quad (10)$$

Luego, la **tasa promedio** será

$$TPEA = \frac{TPEA_1 + TPEA_2}{2} \quad (11)$$

Para determinar el rango de variación, se resta el valor obtenido de TPEA a los valores máximos y mínimos

$$TPEA_1 - TPEA : - n$$

$$TPEA_2 - TPEA : + n$$

Los datos para estos cálculos se vuelcan en una planilla que indicará: altura del cuello descubierto (**a**), edad del arbusto (**b**) observada (**b<sub>o</sub>**), calculada (**b<sub>c</sub>**) y estimada (**b<sub>e</sub>**), altura

de la planta (**p**), altura de la lometa (**c**), erosión mínima anual ( $e_1$ ), erosión máxima anual ( $e_2$ ). El programa PF-HUECK incorpora sólo los datos descriptivos, numéricos, y realiza automáticamente todos los cálculos. (En el Apéndice se detallan las características comentadas del programa y se reproduce el listado.)

## EL CASO DE ESTUDIO

El sitio arqueológico donde se realizó el estudio se halla en un ambiente actual de llanura con cubierta de bosque degradado, con condiciones de árido a semiárido (Fig.3). La región ha sufrido un proceso de inestabilidad introducido, por acción antrópica, desde hace aproximadamente un siglo con mayor intensidad, mediante la alteración del sustrato por tala masiva del bosque y excesiva carga ganadera (caprinos y bovinos) (3). Actualmente se registra un proceso de desertificación areal, con una sucesión secundaria de la vegetación, desde el bosque chaqueño occidental, con dominancia de fabáceas (*Prosopis alba*, *P. chilensis*, *P. nigra*), hacia una fisonomía arbustiva de estepa, con dominancia de zygotifiláceas (principalmente *Larrea* sp.) (Díaz, 1986; Díaz *et al.*, 1985).

Este sitio se ubica en la intersección de un arroyo con un río, ambos actualmente estacionales, mostrando el terreno una pendiente generalizada hacia los cursos de agua. Se extiende sobre la margen izquierda del arroyo por unos 1.100 m. Se detectaron 17 sectores intra-sitio de concentración de material arqueológico, destacados por la mayor densidad de artefactos en superficie en relación a la globalidad del sitio (Fig.4), los cuales incluyen áreas de deposición de material lítico tallado, con escasa cerámica (Fig.4: sectores N<sup>os</sup> 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12 y 16), áreas de concentración de estructuras subterráneas campaniformes (localmente conocidas como “botijas”) con función de depósito de semillas (Fig.4: sectores marcados con **B**), sectores de enterratorios (Fig.4: sectores N<sup>os</sup> 1, 5 y 11) y una cantera de ópalo (Fig.4: sector N<sup>o</sup> 20).

La ocupación más tardía se ubica en el siglo xvi, a partir del hallazgo de artefactos hechos en materia prima foránea —tales como un tortero en loza europea, decorada en azul sobre crema; un artefacto punzante, manufacturado en hueso de caballo (*Equus caballus*)— y, por un fechado radiocarbónico de  $370 \pm 45$  años B.P. (4). Existe otro fechado para el sitio, realizado con anterioridad por otros investigadores, sobre una muestra de carbón vegetal perteneciente a un fogón hallado superpuesto a un enterratorio, a unos 2 m de profundidad, asociado a puntas de proyectil de morfología Ayampitún, un cuchillo triangular de pizarra y un artefacto lítico de función desconocida. La medición obtenida fue de  $2850 \pm 180$  años B.P. (Marcellino, com. per., Schobinger, 1973).

El lugar donde está emplazado el yacimiento es un claro ejemplo de sitio ambiental-mente impactado, como resultado de los procesos antes referidos: la morfología del terreno se presenta como ondulaciones de suave pendiente, algunas con crestas angulares por acción de la deflación, resultante de la acción diferencial de los agentes erosivos. Tal como sucede con las especies arbustivas en pie, aún se observan los restos de numerosos ejemplares arbóreos talados que se conservan como tocones con sus raíces expuestas por efecto de la erosión, hasta aproximadamente 80 cm por encima del nivel actual del piso, claros indicadores del impacto sufrido en el bosque. Respecto a la cubierta vegetal del sustrato, es de escasa a nula, producto del intenso pastoreo de cabras. En cuanto al material arqueológico,

(3) A este respecto, se está llevando a cabo otro estudio de procesos de formación en base a estudiar históricamente, desde el siglo xvi, el uso de la tierra en el área del yacimiento.

(4) La muestra se tomó sobre carbón encontrado dentro de uno de los depósitos subterráneos de semillas; fue procesada en Febrero de 1991 en el Laboratorio Niedersächsisches für Bodenforschung, Hannover, Alemania, bajo el número 17047.

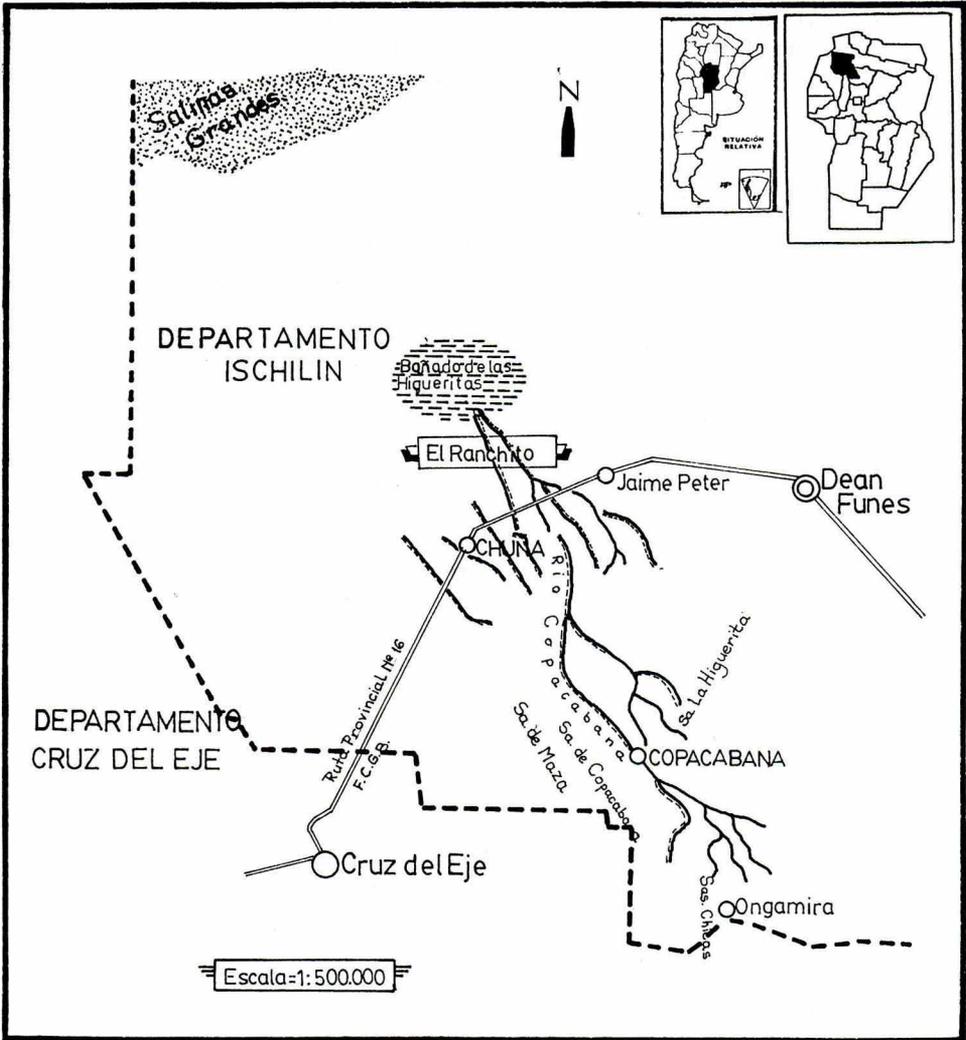
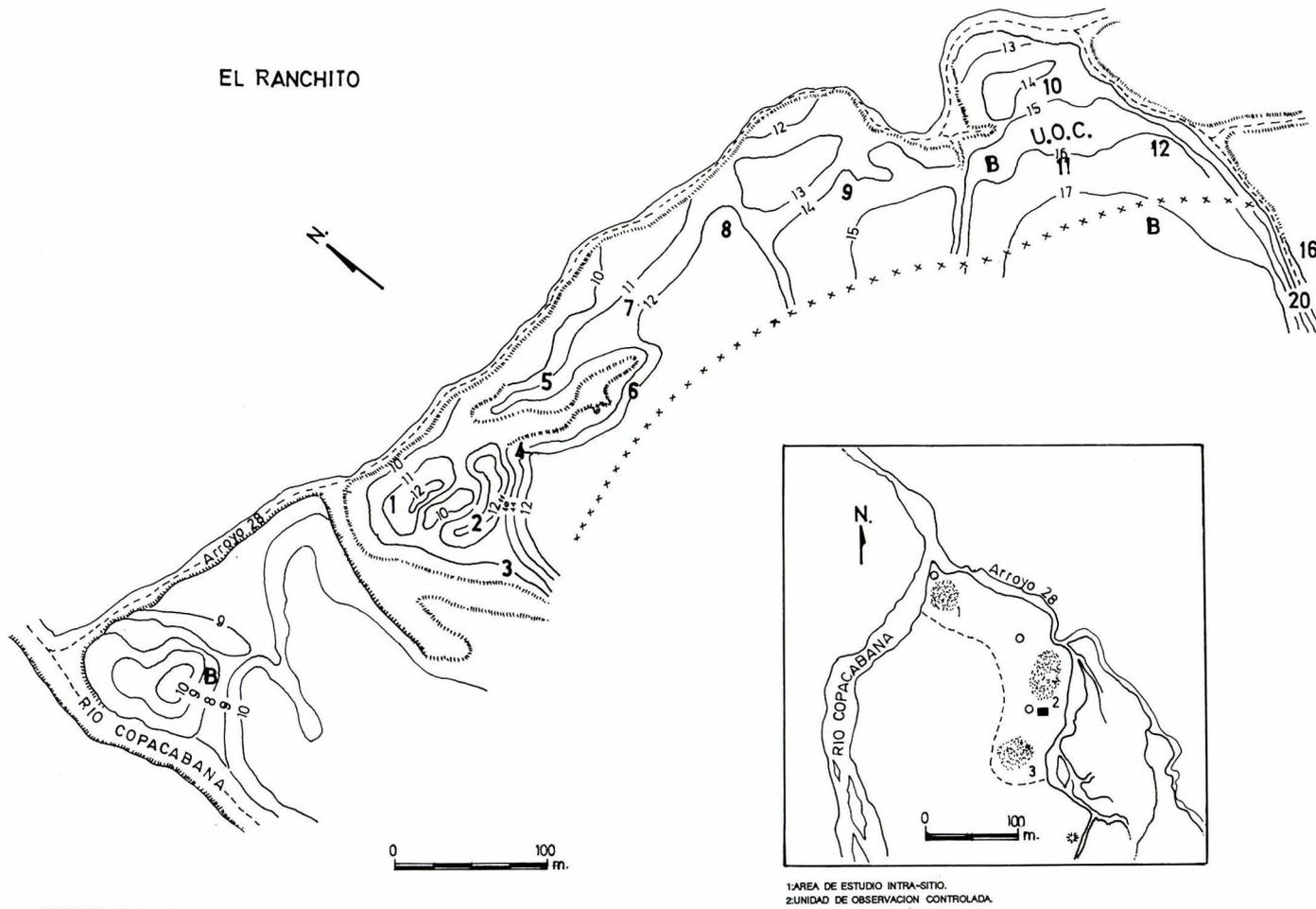


Fig. 3. Cuenca del río Copacabana, Pvcia. de Córdoba, Argentina.

algunos artefactos líticos en superficie muestran muchas veces desgaste en sus filos o superficies activas por efecto del viento y también suelen encontrarse restos esqueléticos humanos *in situ* apareciendo en superficie.

El problema planteado, entonces, era determinar antes de continuar con la investigación, el grado de alteración del sitio y, a partir de allí, seleccionar las técnicas apropiadas de registro y recolección de los datos, dada la importancia del sitio para la zona.

Para ello es que se realizó un diseño experimental de procesos de formación a través del análisis del cambio en el registro arqueológico y de la medición de la acción de la erosión sobre el sustrato del sitio. Para lo primero, creamos una Unidad de Observación Controlada del registro superficial del sitio y el análisis estadístico de los datos (Laguens, 1990; Laguens *et al.*, 1987); para lo segundo, el diseño técnico que se presenta aquí.



DIAGRAMACION: R. ROCHA U.

1: AREA DE ESTUDIO INTRA-SITIO.  
2: UNIDAD DE OBSERVACION CONTROLADA.

Fig. 4. Sitio El Ranchito. Referencias: N° 1 a 16: sectores de concentración de artefactos; N° 3: sector de recolección de la muestra; N° 20: cantera de ópalo; B: sectores de concentración de estructuras subterráneas (depósitos); UOC: Unidad de Observación Controlada.

De este modo, tras esto, contaríamos con el respaldo de confiabilidad brindado por un estudio previo de procesos de formación en cuanto a representatividad de las muestras posibles, en base al conocimiento del grado de alteración o no del sitio y su significancia estadística. Luego podríamos decidir acerca de la implementación de una técnica de muestreo para el yacimiento y seleccionar áreas para excavar sistemáticamente.

## MATERIALES Y RESULTADOS OBTENIDOS

La especie elegida para el análisis fue la jarilla (*Larrea divaricata*) y la muestra consistió en diez ejemplares emplazados dentro del sitio arqueológico El Ranchito, en un área con evidencias de material arqueológico en superficie y, a su vez, de acción erosiva intensa. La elección de los ejemplares se hizo tratando de cubrir el mayor espectro posible de alturas de exposición de raíces y de tamaños de plantas.

Las mediciones efectuadas se transcriben en la Tabla 1. En el caso de los ejemplares N<sup>os</sup> 4, 6, 9 y 10, se registraron como individuos muy leñificados, lo cual dificultó la estimación de la edad en el campo. Por ello se les asignó una edad de 10 años como base, teniendo en cuenta: diámetro del cuello/ tronco, diámetro de las ramas, leñosidad de las raíces y altura total de la planta desde el cuello radical.

El criterio general para todos los cálculos de edad fue trabajar con valores mínimos posibles, para aumentar el grado de confiabilidad en la estimación y disminuir el error en los cálculos de las tasas de erosión. Los resultados obtenidos se transcriben en la Tabla 1.

## INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La tasa promedio de erosión anual resultó 3,7 cm por año con un rango de variación de  $\pm 0,3$  (3,3 a 4,0 cm/año), estimada para un período medio de 8-10 años.

Es interesante notar que si dividimos la muestra en clases por edad y tomamos en cuenta solamente los individuos con más de 10 años (ejemplares N<sup>os</sup> 4, 6, 9 y 10) la tasa promedio de erosión anual resulta muy semejante a la del total de la muestra:  $3,5 \pm 0,2$  cm por año para un período medio de 13-15 años (Tabla 2).

No sucede lo mismo cuando consideramos sólo a los individuos con menos de 10 años (ejemplares N<sup>os</sup> 1, 2, 3, 5, 7 y 8) (Tabla 3) donde la TPEA es de  $4,0 \pm 0,5$  cm por año para un período medio de 5-6 años.

Vemos que hay una diferencia de 1 cm entre ambas estimaciones. Esto podría interpretarse como una tendencia hacia un incremento en la erosión durante los últimos años. No descartamos esta posibilidad como hipótesis. Para contrastar ello, habría que sumar a este tipo de análisis información sobre distribución en el terreno de los especímenes considerados y sobre las características detalladas del relieve a escala del área de estudio, pues se debería tener en cuenta la acción diferencial de la erosión en el espacio.

Nuestro caso de estudio no satisface estas condiciones, cuya necesidad de registro surgió *a posteriori*, a medida que avanzamos en el desarrollo y estandarización de la técnica. Por ello sería demasiado riesgoso, en este caso, interpretar de manera directa estos resultados como índices de tendencias. Sí podemos relacionarlos con la tendencia general para la región, a través de datos complementarios obtenidos a partir de otro tipo de estudio, pero que apunta hacia el mismo fin. Las conclusiones de la investigación de nuestro equipo referente a los cambios sucesionales en la vegetación a partir del siglo XVI (Díaz, 1987) demuestran que las características ambientales actuales se precipitan recién a partir de fines del siglo pasado y principios de éste.

Tabla 1  
CÁLCULO DE EROSIÓN MEDIA ANUAL

Sitio: El Ranchito

Fecha: 15/3/90

Género y Especie: *Larrea divaricata*

Hoja Nro.: 1

Indiv. Nro.	Altura Cuello	Edad Obs.	Alt. Ind.	Alt. Col.	Edad Cal1	Edad Cal2	Edad Est1	Edad Est2	Eros. Mín.	Eros. Máx.
1	18.0	4.0	69.0	0.0	6.9	4.6	5.5	4.3	3.3	4.2
2	33.0	4.0	100.0	0.0	10.0	6.7	7.0	5.3	4.7	6.2
2	30.0	6.0	125.0	0.0	12.5	8.3	9.3	7.2	3.2	4.2
4	60.0	20.0	100.0	0.0	10.0	6.7	15.0	13.3	4.0	4.5
5	17.0	3.0	65.0	0.0	6.5	4.3	4.8	3.7	3.6	4.6
6	70.0	19.0	85.0	0.0	8.5	5.7	13.8	12.3	5.1	5.7
7	22.0	4.0	78.0	0.0	7.8	5.2	5.9	4.6	3.7	4.8
8	20.0	4.0	100.0	0.0	10.0	6.7	7.0	5.3	2.9	3.8
9	40.0	17.0	190.0	0.0	19.0	12.7	18.0	14.8	2.2	2.7
10	30.0	17.0	140.0	0.0	14.0	9.3	15.5	13.2	1.9	2.3
Medias	34.0	9.8	105.2	0.0	10.5	7.0	10.2	8.4	3.5	4.3

Tasa promedio de erosión anual mínima (cm/a): 3.35

Tasa promedio de erosión anual máxima (cm/a): 4.04

Tasa promedio de erosión anual (cm/a): 3.70 ± 0.35

Tabla 2  
CÁLCULO DE EROSIÓN MEDIA ANUAL

Sitio: El Ranchito

Fecha: 15/3/90

Género y Especie: *Larrea divaricata*

Hoja Nro.: 1

Indiv. Nro.	Altura Cuello	Edad Obs.	Alt. Ind.	Alt. Col.	Edad Cal1	Edad Cal2	Edad Est1	Edad Est2	Eros. Mín.	Eros. Máx.
4	60.0	20.0	100.0	0.0	10.0	6.7	15.0	13.3	4.0	4.5
6	70.0	19.0	65.0	0.0	6.5	4.3	12.8	11.7	5.5	6.0
9	40.0	17.0	190.0	0.0	19.0	12.7	18.0	14.8	2.2	2.7
10	30.0	17.0	140.0	0.0	14.0	9.3	15.5	13.2	1.9	2.3
Medias	50.0	18.3	123.8	0.0	12.4	8.3	15.3	13.3	3.4	3.9

Tasa promedio de erosión anual mínima (cm/a): 3.27

Tasa promedio de erosión anual máxima (cm/a): 3.77

Tasa promedio de erosión anual (cm/a): 3.52 ± 0.25

A su vez, los resultados parciales obtenidos desde 1985 hasta hoy en el estudio de procesos de formación mediante la Unidad de Observación Controlada (Laguens, 1989, 1990; Laguens *et al.*, 1987) indican, para el yacimiento, una variación promedio de la altura del terreno de 2 cm/año que, según las pruebas estadísticas realizadas, resulta no significativa a escala anual.

Luego, no podríamos afirmar, a partir sólo de la técnica aquí propuesta, que se registre un incremento actual de la erosión.

## CONSIDERACIONES FINALES

Pensamos que la técnica propuesta tiene varias ventajas, pero que necesita de ciertas condiciones, que pueden limitar su aplicabilidad, respecto a que:

Tabla 3  
CÁLCULO DE EROSIÓN MEDIA ANUAL

Sitio: El Ranchito

Fecha: 15/3/90

Género y Especie: *Larrea divaricata*

Hoja Nro.: 1

Indiv. Nro.	Altura Cuello	Edad Obs.	Alt. Ind.	Alt. Col.	Edad Cal1	Edad Cal2	Edad Est1	Edad Est2	Eros. Mín.	Eros. Máx.
1	18.0	4.0	69.0	0.0	6.9	4.6	5.5	4.3	3.3	4.2
2	33.0	4.0	100.0	0.0	10.0	6.7	7.0	5.3	4.7	6.2
3	30.0	6.0	125.0	0.0	12.5	8.3	9.3	7.2	3.2	4.2
5	17.0	3.0	65.0	0.0	6.5	4.3	4.8	3.7	3.6	4.6
7	22.0	4.0	78.0	0.0	7.8	5.2	5.9	4.6	3.7	4.8
8	20.0	4.0	100.0	0.0	10.0	6.7	7.0	5.3	2.9	3.8
Medias	23.3	4.2	89.5	0.0	9.0	6.0	6.6	5.1	3.6	4.6

Tasa promedio de erosión anual mínima (cm/a): 3.56

Tasa promedio de erosión anual máxima (cm/a): 4.61

Tasa promedio de erosión anual (cm/a): 4.08 ± 0.52

a) la técnica no tiene en cuenta el efecto de la variable pendiente y su efecto sobre la acción diferencial de la erosión dentro de un sitio o lugar. Nuestro caso de estudio no presentaba este problema, ya que en el lugar donde se tomó la muestra la pendiente era nula (5). Consideramos que esto es un factor controlable por el investigador que opere con la técnica, en cuanto a la selección del lugar de estudio o incorporar la pendiente de cada ejemplar muestreado como otra variable.

b) No tiene un valor predictivo retrospectivo en cuanto a poder proyectar hacia atrás los resultados en base a un principio actualista, pero ello iría más allá de los objetivos de la técnica que apuntan a determinar el grado de alteración presente en el sitio.

c) No tiene en cuenta la posibilidad de la redepósito de los sedimentos en los lugares ya erosionados. De todos modos, la Tasa Promedio de Erosión Anual podría ser entendida como una **medida de los procesos de alteración** del sustrato de un sitio en un período de tiempo, donde predominan los efectos de la erosión sobre los de depositación.

d) No está ajustada a diversos tipos de sitios. Distintas morfologías pueden favorecer o evitar la erosión, tales como estructuras de piedra, pozos, canales, etc. Creemos que la estandarización de la técnica dependerá de cada caso problema.

Por otro lado, debemos destacar como positivo que:

a) Trabaja con los efectos directos de causas establecidas de alteración del registro, cuyo proceso natural es modelizado por otras disciplinas (geología, climatología, botánica).

b) Tiene un amplio espectro de aplicabilidad. Las características vegetacionales y ambientales necesarias para ejecutarlo se hallan en gran parte del árido —por lo menos de Argentina—, lo cual facilitaría las comparaciones e interrelaciones.

c) Resulta sencilla, tanto en el trabajo de campo como en el de laboratorio.

d) Permite operar, de una manera económica y en un plazo inmediato, con variables ambientales de considerable amplitud temporal (hasta 20-25 años utilizando arbustos) (6).

(5) Particularmente los resultados obtenidos a partir de cuatro registros anuales —uno de ellos contemporáneo del presente estudio— con la Unidad de Observación Controlada en el mismo sitio nos permitieron concluir que la pendiente no fue, en ese lapso, determinante de la distribución espacial de los artefactos en superficie (Laguens, 1989, 1990).

(6) Hemos constatado en el campo que el mismo principio biológico podría ser aplicado para el análisis de algunas especies arbóreas de la región, cuya combinación con la dendrocronología brindaría un instrumento mucho más eficaz y preciso.

e) Permite la calibración de los resultados estableciendo clases de edad dentro de la muestra.

f) Es un instrumento natural fácilmente cuantificable de registro de la erosión.

En síntesis, consideramos que, teniendo en cuenta las ventajas que presenta esta técnica *per se*, sumadas al perfeccionamiento que el investigador puede introducir, resulta ser una técnica viable para análisis de procesos de formación natural, siempre y cuando los resultados que de ella surjan se analicen, no aisladamente, sino dentro de un marco global que necesariamente debe ser de un diseño integral de estudio de procesos de formación, naturales y culturales, a nivel intra-sitio.

Este diseño debería contemplar aspectos teóricos de rango medio y un concordante paquete técnico-instrumental preestablecido. Sólo así los resultados obtenidos por vía de distintas técnicas (ya sea PF-HUECK, Unidad de Observación Controlada, análisis históricos, usos de la tierra, etc.) podrán coocurrir para dar cuenta de situaciones puntuales y concretas, particulares a nivel intra-sitio que puedan ser evaluadas ajustadamente.

## Apéndice 1

### PF-HUECK: PROGRAMA PARA ANÁLISIS CUANTITATIVO DE PROCESOS DE FORMACIÓN NATURALES DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO

Este programa, en lenguaje QUICK-BASIC, estima la Tasa Promedio de Erosión Anual como técnica de análisis cuantitativo en procesos de formación naturales del registro arqueológico en sitios impactados, según propone Laguens en este volumen, y la técnica propuesta por Hueck (1951).

La técnica de análisis se basa en estimar la erosión media anual a partir de la medición de la porción expuesta de los sistemas radicales, por efecto de la remoción del sustrato, en especies arbustivas de estepa de la familia de las zygofiláceas.

El programa permite crear un archivo secuencial de datos con los registros de campo y desarrolla los cálculos pertinentes para estimar la edad de las plantas, erosión anual y tasa promedio de erosión anual para 20 a 25 años.

PF-HUECK está diseñado para ser utilizado en un PC IBM o IBM compatible, con sistema operativo DOS. La cantidad de ítemes registrable depende de la capacidad de memoria del ordenador, pero en un PC funciona con holgura hasta para 10.000 ítemes. Su corrida es sencilla y no necesita mayor conocimiento o entrenamiento en computación o en lenguaje BASIC.

#### Rasgos descriptivos

Los datos necesarios para la carga de registros son los siguientes, y en este orden (para su definición ver el texto anterior):

1. Cantidad de registros (= total de especímenes que integran la muestra).
2. Género y especie.
3. Sitio (puede ser un nombre, una sigla alfa-numérica, o un número).
4. Fecha.
5. Fecha de registro de campo.
6. Número de catálogo de ejemplar (de hasta 8 cifras).
7. Altura del cuello/piso (en cm)
8. Edad observada.
9. Altura de la planta (en cm).
10. Altura de la colina (en cm).

#### Secuencia de trabajo

El programa PF-HUECK inicia su corrida con la carga de datos, cerrando este procedimiento automáticamente al finalizar el ingreso del último registro —según la cantidad que Ud. informó que poseía.

Después de ingresar los datos generales para toda la colección (rasgos 1 a 5), se van ingresando los datos uno a uno para cada ejemplar (rasgos 6 a 10), repitiendo secuencialmente este ciclo hasta finalizar.

Terminados de ingresar los datos, se crea automáticamente un archivo secuencial con ellos bajo el nombre deseado y se realizan los cálculos correspondientes que se estiman:

- a) edad calculada
- b) edad estimada
- c) erosión anual mínima por ejemplar
- d) erosión anual máxima por ejemplar

- e) erosión media anual total
- f) tasa promedio de erosión anual.

Finalmente, aparecen en pantalla los resultados y la opción de imprimirlos en formato de página, con encabezamiento consistente en título, nombre del sitio, fecha, género y especie, número de hoja (con la opción de variar su contenido o eliminarlos). En columnas aparecen los datos correspondientes a número de individuos, altura de la planta, altura del cuello, altura de la colina, edad observada, edad calculada, edad estimada, erosión mínima anual y erosión máxima anual. Cada 15 renglones cambia de página, numerada secuencialmente si se eligió la opción de imprimir el número de página y repitiendo el encabezamiento. Al final de estos datos aparecen los resultados correspondientes a: erosión media anual mínima, erosión media anual máxima, erosión media anual total y tasa promedio de erosión anual.

Con ello se cierra la corrida del programa, habiendo quedado un nuevo archivo en diskette y una tabla de datos publicable.

### PF-HUECK: LISTADO DEL PROGRAMA EN QUICK-BASIC

```

10 REM PF-HUECK
20 CLS
30 PRINT TAB(36); "PF-HUECK"
40 PRINT TAB(23); "PROGRAMA DE ANALISIS CUANTITATIVO"
50 PRINT TAB(23); "DE PROCESOS DE FORMACION NATURALES"
60 PRINT TAB(23); "DEL REGISTRO ARQUEOLOGICO"
70 PRINT
80 PRINT TAB(38); "por"
90 PRINT TAB(33); "Andrés Laguens"
100 PRINT
110 PRINT "Este programa estima la Tasa Promedio de Erosión Anual (TPEA) como
técnica de a-"
120 PRINT "análisis cuantitativo en procesos de formación naturales del registro arqueo-
lógico"
130 PRINT "en sitios impactados, según el artículo de Laguens (1991) y la técnica pro-"
140 PRINT "puesta por Hueck (1951)."
150 PRINT "La técnica de análisis se basa en estimar la erosión media anual mediante la"
160 PRINT "medición de la porción expuesta de los sistemas radicales en especies
arbustivas"
170 PRINT "de estepa de la familia de las zygotifáceas."
180 PRINT "El programa permite crear un archivo secuencial de datos con los registros
de"
190 PRINT "campo y desarrolla los cálculos pertinentes para estimar edad de la plantas,"
200 PRINT "erosión anual y tasa promedio de erosión anual para 20 a 25 años."
210 PRINT
220 PRINT
230 PRINT TAB(64); "Córdoba, 1990"
240 PRINT
250 PRINT "Presione una tecla para correr el programa..."
260 X$ = INPUT$(1)
270 CLS
280 REM DESARROLLO DEL PROGRAMA

```

```
290 INPUT "Cuántos registros tiene:", N
300 INPUT "Género y especie:", GSP$
310 INPUT "Sitio:", S$
320 INPUT "Fecha:", F$
330 INPUT "Fecha de registro de campo:", Z$
340 DIM A(N), BO(N), P(N), C(N), BC1(N), BC2(N), BE1(N), BE2(N), E1(N), E2(N),
    NRO(N)
350 CLS
360 FOR H = 1 TO N
370 R = R + 1
380 PRINT "Registro Nro.:"; R
390 INPUT "NUMERO del EJEMPLAR:", NRO(H): BEEP
400 PRINT
410 INPUT "ALTURA CUELLO/PISO (en cm):", A(H): BEEP
420 PRINT
430 INPUT "EDAD OBSERVADA:", BO(H): BEEP
440 PRINT
450 INPUT "ALTURA de la PLANTA (en cm):", P(H): BEEP
460 PRINT
470 INPUT "ALTURA de la COLINA (en cm):", C(H): BEEP
480 CLS
490 NEXT H
500 FOR J = 1 TO N
510 BC1(J) = P(J) / 10
520 BC2(J) = P(J) / 15
530 NEXT J
540 FOR J = 1 TO N
550 BE1(J) = (BC1(J) + BO(J)) / 2
560 BE2(J) = (BC2(J) + BO(J)) / 2
570 NEXT J
580 FOR J = 1 TO N
590 E1(J) = (A(J) + C(J)) / BE1(J)
600 E2(J) = (A(J) + C(J)) / BE2(J)
610 MA = MA + A(J)
620 MC = MC + C(J)
630 NEXT J
640 FOR W = 1 TO N
650 ER1 = ER1 + E1(W)
660 ER2 = ER2 + E2(W)
670 NEXT W
680 FOR J = 1 TO N
690 MBE1 = MBE1 + BE1(J)
700 MBE2 = MBE2 + BE2(J)
710 SBO = SBO + BO(J)
720 SP = SP + P(J)
730 SBC1 = SBC1 + BC1(J)
740 SBC2 = SBC2 + BC2(J)
750 NEXT J
760 MBO = SBO / N
770 MP = SP / N
780 MBC1 = SBC1 / N
```

```
790 MBC2 = SBC2 / N
800 MEST1 = MBE1 / N
810 MEST2 = MBE2 / N
820 EMA1 = ER1 / N
830 EMA2 = ER2 / N
840 PEA = (EMA1 + EMA2) / 2
850 MMA = MA / N
860 MMC = MC / N
870 MAC = (MA + MC) / N
880 TPEA1 = MAC / MEST1
890 TPEA2 = MAC / MEST2
900 TPET = (TPEA1 + TPEA2) / 2
910 SIGMA = TEPA2 - TPET
920 REM ARCHIVO DE VECTORES
930 INPUT "NOMBRE DEL ARCHIVO A CREAR (de no más de 8 letras):"; ARCH$
940 OPEN "O", #1, ARCH$
950 FOR X = 1 TO N
960 A = A(X)
970 BO = BO(X)
980 P = P(X)
990 C = C(X)
1000 BC1 = BC1(X)
1010 BC2 = BC2(X)
1020 BE1 = BE1(X)
1030 BE2 = BE2(X)
1040 E1 = E1(X)
1050 E2 = E2(X)
1060 NRO = NRO(X)
1070 WRITE #1, NRO, A, BO, P, C, BC1, BC2, BE1, BE2, E1, E2, GSP$, SS, F$, Z$
1080 NEXT X
1090 CLOSE
1100 CL = 15
1110 FOR W = 1 TO N
1120 IF CL = 15 THEN GOSUB 1420
1130 PRINT NRO(W); TAB(7); USING "###.#"; A(W); BO(W); P(W); C(W); BC1(W);
    BC2(W); BE1(W); BE2(W); E1(W); E2(W)
1140 CL = CL + 1: NEXT W
1150 PRINT STRING$(80, "-")
1160 PRINT "Medias"; TAB(8); USING "###.#"; MMA; MBO; MP; MMC; MBC1;
    MBC2; MEST1; MEST2; EMA1; EMA2
1170 PRINT STRING$(80, "-")
1180 PRINT
1190 PRINT "TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL MINIMA (cm/a):"; USING
    "###.#"; TPEA1
1200 PRINT
1210 PRINT "TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL MAXIMA (cm/a):"; USING
    "###.#"; TPEA2
1220 PRINT
1230 PRINT "TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL (cm/a):"; USING "###.#";
    TPET; : PRINT TAB(47); "+/-"; USING "#.##"; SIGMA
1240 PRINT
```

```
1250 PRINT STRING$(69, "*"); TAB(71); "FIN"; TAB(75); STRING$(6, "*")
1260 PRINT
1270 PRINT
1280 INPUT "Desea imprimir estos resultados (S/N)"; S$: IF S$ = "S" OR S$ = "s" THEN
    GOTO 1700
1290 PRINT
1300 PRINT "Entonces, hasta siempre. Chau!!"
1400 END
1410 REM TITULOS
1420 PRINT "Presione cualquier tecla para continuar..."; INPUT$(1)
1430 CLS
1440 CH = CH + 1
1450 PRINT
1460 PRINT
1470 PRINT
1480 PRINT
1490 PRINT
1500 PRINT
1510 PRINT STRING$(80, "*")
1600 PRINT TAB(24); "CALCULO DE EROSION MEDIA ANUAL"
1610 PRINT
1620 PRINT "SITIO:"; S$; TAB(60); "FECHA:"; F$
1630 PRINT "GENERO Y ESPECIE:"; GSP$; TAB(60); "HOJA NRO.:"; CH
1640 PRINT STRING$(80, "-")
1650 PRINT "INDIV.:"; TAB(9); "ALTURA"; TAB(18); "EDAD"; TAB(24); "ALT.:";
    TAB(32); "ALT.:"; TAB(38); "EDAD"; TAB(45); "EDAD"; TAB(52); "EDAD";
    TAB(59); "EDAD"; TAB(66); "EROS.:"; TAB(73); "EROS."
1660 PRINT "NRO.:"; TAB(9); "CUELLO"; TAB(18); "OBS.:"; TAB(24); "IND.:";
    TAB(32); "COL.:"; TAB(38); "CAL1"; TAB(45); "CAL2"; TAB(52); "EST1";
    TAB(59); "EST2"; TAB(66); "MIN.:"; TAB(73); "MAX."
1670 PRINT STRING$(80, "-"); CL = 0
1680 RETURN
1690 REM TRABAJO DE IMPRESION
1700 CLS
1710 PRINT TAB(30); "TRABAJO DE IMPRESION"
1720 PRINT
1730 INPUT "Desea imprimir título (S/N)"; TIT$: BEEP
1740 IF TIT$ = "S" OR TIT$ = "s" THEN INPUT "Desea cambiar el título (S/N)";
    CAMB$
1750 IF CAMB$ = "S" OR CAMB$ = "s" THEN INPUT "Ingrese el título (hasta 80
    caracteres)"; TITULO$: BEEP
1760 INPUT "Desea imprimir el nombre del sitio (S/N)"; SIT$: BEEP
1770 INPUT "Desea imprimir el Número de Hoja (S/N)"; J$: BEEP
1780 INPUT "Desea imprimir la Fecha de Registro (S/N)"; FCH$: BEEP
1790 INPUT "Desea imprimir el Género y Especie (S/N)"; GYSS$: BEEP
1800 INPUT "Desea imprimir la fecha de hoy (S/N)"; FECHAS$: BEEP
1810 PRINT
1820 PRINT "Tiene lista la impresora?": X$=INPUT$(1): BEEP
1830 PRINT
```

```

1840 PRINT "O.K., entonces presione cualquier tecla para empezar a imprimir.":X$=IN-
    PUT$(1):BEEP
1850 CH = 0: CL = 15
1860 FOR W = 1 TO N
1870 IF CL = 15 THEN GOSUB 3010
1880 LPRINT NRO(W); TAB(7); USING "###.##"; A(W); BO(W); P(W); C(W); BC1(W);
    BC2(W); BE1(W); BE2(W); E1(W); E2(W)
1890 CL = CL + 1: NEXT W
1900 LPRINT STRING$(80, "-")
1910 LPRINT "Medias"; TAB(8); USING "###.##"; MMA; MBO; MP; MMC; MBC1;
    MBC2; MEST1; MEST2; EMA1; EMA2
1920 LPRINT STRING$(80, "-")
1930 LPRINT
1940 LPRINT "TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL MINIMA (cm/a)."; USING
    "###.##"; TPEA1
1950 LPRINT "TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL MAXIMA (cm/a)."; USING
    "###.##"; TPEA2
1960 LPRINT
1970 LPRINT "TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL (cm/a)."; USING "###.##";
    TPET; : LPRINT TAB(47); "+/-"; USING "#.##"; SIGMA
1980 LPRINT
1990 LPRINT STRING$(80, "*")
2000 END
3000 REM IMPRESION DE TITULOS
3010 CH = CH + 1
3020 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT
3030 IF J$ = "S" OR J$ = "s" THEN LPRINT TAB(60); "Hoja Nro.:"; CH
3040 LPRINT STRING$(80, "*")
3050 IF CAMB$ = "s" OR CAMB$ = "S" THEN LPRINT TAB(24); TITULO$
3060 IF TIT$ = "N" OR TIT$ = "n" THEN GOTO 3090
3070 LPRINT TAB(24); "CALCULO DE EROSION MEDIA ANUAL"
3080 LPRINT
3090 IF SIT$ = "s" OR SIT$ = "S" THEN LPRINT "SITIO:"; S$: IF FCH$ = "s" OR FCH$
    = "S" THEN LPRINT TAB(53); "FECHA DE REG.:"; Z$
3100 IF GYSS$ = "S" OR GYSS$ = "s" THEN LPRINT "GENERO Y ESPECIE:"; GSP$:
    IF FECHA$ = "S" OR FECHA$ = "s" THEN LPRINT TAB(60); "FECHA:"; F$
3110 LPRINT STRING$(80, "-")
3120 LPRINT "INDIV.:"; TAB(9); "ALTURA"; TAB(18); "EDAD"; TAB(24); "ALT.:";
    TAB(32); "ALT.:"; TAB(38); "EDAD"; TAB(45); "EDAD"; TAB(52); "EDAD";
    TAB(59); "EDAD"; TAB(66); "EROS.:"; TAB(73); "EROS.:"
3130 LPRINT "NRO.:"; TAB(9); "CUELLO"; TAB(18); "OBS.:"; TAB(24); IND,
    ";TAB(32)"; COL.; ";TAB(38)"; CAL1; ";TAB(45)"; CAL2; ";TAB(52)"; EST1;
    ";TAB(59)"; EST2; ";TAB(66)"; MIN.; ";TAB(73)"; MAX.; ""
3140 LPRINT STRING$(80, "-"): CL = 0
3150 RETURN
3160 REM "VARIABLES UTILIZADAS EN PF-HUECK"
3170 REM "A=ALTURA DEL CUELLO/PISO"
3180 REM "BC1=EDAD CALCULADA MINIMA"
3190 REM "BC2=EDAD CALCULADA MAXIMA"
3210 REM "BE1=EDAD ESTIMADA MINIMA"
3220 REM "BE2=EDAD ESTIMADA MAXIMA"

```

- 3230 REM "BO=EDAD OBSERVADA"  
 3240 REM "C=ALTURA DE LA COLINA"  
 3250 REM "E1(W)=EROSION MINIMA DEL EJEMPLAR (W)"  
 3260 REM "E2(W)=EROSION MAXIMA DEL EJEMPLAR (W)"  
 3270 REM "EMA1=EROSION MEDIA ANUAL MINIMA"  
 3280 REM "EMA2=EROSION MEDIA ANUAL MAXIMA"  
 3290 REM "ER1=EROSION ANUAL MINIMA"  
 3300 REM "ER2=EROSION ANUAL MAXIMA"  
 3310 REM "F\$=FECHA"  
 3320 REM "GS\$=GENERO Y ESPECIE"  
 3330 REM "MA=SUMATORIA DE ALTURA DE CUELLO"  
 3340 REM "MC=SUMATORIA DE ALTURA DE COLINA"  
 3350 REM "MAC=MEDIA DE ALTURA DE CUELLO + ALTURA DE COLINA"  
 3360 REM "MBC1=MEDIA DE EDAD CALCULADA MINIMA"  
 3370 REM "MBC2=MEDIA DE EDAD CALCULADA MAXIMA"  
 3380 REM "MBE1=SUMATORIA DE EDAD ESTIMADA MINIMA"  
 3990 REM "MBE2=SUMATORIA DE EDAD ESTIMADA MAXIMA"  
 3400 REM "MBO=MEDIA DE EDADES OBSERVADAS"  
 3410 REM "MEST1=EROSION MEDIA ANUAL MINIMA"  
 3420 REM "MEST2=EROSION MEDIA ANUAL MAXIMA"  
 3430 REM "MMA=MEDIA DE ALTURAS CUELLO/PISO"  
 3440 REM "MMC=MEDIA DE ALTURAS DE COLINA"  
 3450 REM "MP=MEDIA DE ALTURA DE PLANTAS"  
 3460 REM "NRO=NUMERO DEL EJEMPLAR"  
 3470 REM "PEA=PROMEDIO DE EROSION ANUAL"  
 3480 REM "R=NUMERO DE REGISTRO"  
 3490 REM "S\$=SITIO"  
 3500 REM "SBC1=SUMATORIA DE EDAD CALCULADA MINIMA"  
 3510 REM "SBC2=SUMATORIA DE EDAD CALCULADA MAXIMA"  
 3520 REM "SB0=SUMATORIA DE EDAD OBSERVADA"  
 3530 REM "SP=SUMATORIA DE ALTURA DE LA PLANTA"  
 3540 REM "TPEA1=TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL MINIMA"  
 3550 REM "TPEA2=TASA PROMEDIO DE EROSION ANUAL MAXIMA"  
 3560 REM "TPET=TASA PROMEDIO DE EROSION TOTAL"  
 3570 REM "Z\$=FECHA DE REGISTRO DE CAMPO"

## BIBLIOGRAFÍA

BONNIN, M., A. LAGUENS y S. DÍAZ

- 1987 *Ambiente actual y pasado en la cuenca del río Copacabana (Dto. Ischilín, Provincia de Córdoba, Argentina). Una primera aproximación.* Publicaciones Instituto Antropología. 45(1985):29-66, Córdoba, Argentina.

CABRERA, A.L. y A. WILLINK

- 1973 *Biogeografía de América Latina.* Monografía N°13. Serie de biología, O.E.A., Washington, D.C.

DELFINO, D., S. DÍAZ, P. MADRID, B. MANASSE y F. SILVETTI

- 1987 *Muestreo y procesos de formación de sitio. La observación controlada como alternativa.* Muestreo en Arqueología Argentina. M.J.Figueroa Torres y M. Casi raghi (Eds): 35-37. PREP. Bs. As., Argentina.

- DÍAZ, S.  
1987 Alteración de la vegetación como respuesta a la actividad humana en la cuenca del río Copacabana. Ms. CONICET, Bs.As., Argentina.
- DÍAZ, S. y C. ACOSTA  
1987 Alteración de la vegetación fanerofítica como respuesta al disturbio en la cuenca del río Copacabana. CERNAR, U.N.Córdoba, Argentina.
- DÍAZ, S., M. BONNIN, A. LAGUENS y M. R. PRIETO  
1987 *Estrategias de explotación de los recursos naturales y procesos de cambio de la vegetación en la cuenca del río Copacabana. I: mediados del siglo XVI-mediados del siglo XIX.* Publicaciones Inst. Antr. 45(1985): 67-132 Córdoba, Argentina.
- ECKHOLM, E. y L. R. BROWN  
1980 Expansión de los desiertos. Ed. Tres Tiempos/Trazo Editorial, Bs.As., Argentina/Zaragoza, España.
- GONZÁLEZ, A.R.  
1956/58 *Reconocimiento arqueológico de la zona de Copacabana 1958 (Córdoba).* Revista do Museu Paulista (n.s.), 10: 173-223, Sao Paulo, Brasil.
- HUECK, K.  
1951 *Dos problemas fitogeográficos de la cuenca de Andalgalá (Provincia de Catamarca).* Bol.Soc.Arg.Bot., 3(4): 224-234, Bs.As., Argentina.
- LAGUENS, A.  
1989 Análisis estadístico de procesos de formación en la Unidad de Observación Controlada del sitio El Ranchito, Córdoba. CIFYH, U.N. Córdoba, Argentina.  
1990/91 Estrategias adaptativas pre y post-contacto hispano indígena en los sectores medio y superior de la cuenca del río Copacabana, Córdoba. Primer y Segundo Informe al CONICET. Córdoba, Argentina.
- LAGUENS, A. y M. BONNIN  
1987a *Un encuadre teórico para la práctica arqueológica. Ensayo de un método alternativo de trabajo.* Publicaciones Inst. Antr. 45(1985):15-28. Córdoba, Arg.  
1987b *Espacio, paisaje y recursos. Estrategias indígenas alternativas y complementarias en la cuenca del río Copacabana (Dpto. Ischilín, Córdoba, Argentina). Sitio El Ranchito: 1000 a.C.-1600 d.C.* Publicaciones Inst. Antr. 45(1985):159-204. Córdoba, Argentina.
- LAGUENS, A., M. BONNIN, D. DELFINO, S. DÍAZ, P. MADRID, B. MANASSE y F. SILVETTI  
1987 *Lo que el viento se llevó: un diseño de observación controlada de procesos de formación de sitios arqueológicos impactados.* Publicaciones Inst. Antr., 45(1985):133-158, Córdoba, Argentina.
- LUTI, R., M.A. BERTRAN, F.M. GALERA, H. MULLER, N. BERZAL, M. NORES, M.A. HERRERA y J.C. BARRERA  
1979 *Vegetación. Geografía Física de la Provincia de Córdoba.* J.B. Vásquez, R. Miatello y M. Roqué (Eds.): 297-368. Ed. Boldt, Bs.As., Argentina.
- POLANSKI, J.  
1974 *Geografía Física General. Manuales de Eudeba,* Bs.As Argentina.
- RÍO, M.E. y L. ACHAVAL  
1905 *Geografía de la Provincia de Córdoba. I y II,* Bs. As., Argentina.
- SAYAGO, M.  
1969 *Estudio fitogeográfico del Norte de Córdoba.* Bol.Ac. Nac.Cs. 45, entr. 2da, 3ra y 4ta: 123-247. Córdoba, Argentina.
- SCHIFFER, M.B.  
1987 *Formation Processes of the Archaeological Record.* University of New Mexico Press, Albuquerque, EE.UU.
- SCHOBINGER, J.  
1973 *Principales trabajos arqueológicos realizados en la Argentina y el Uruguay en 1971 y 1972.* Ampurias, 35 Barcelona.
- SECKT, H.  
1930 *Flora Cordobensis.* Rev.Univ.Nac.Córdoba. 16 y 17, 1929-1930:632. Córdoba, Argentina.
- TRIVIÑO, L.  
1977 *Antropología del desierto. Lineamientos y sugerencias para el estudio de las poblaciones humanas en zonas áridas.* FECIC, Bs.As., Argentina.