

MUNIBE (Antropología-Arkeología)	Nº 47	151-1751	SAN SEBASTIAN	1995	ISSN 1132-2217
----------------------------------	-------	----------	---------------	------	----------------

Aceptado: 1994-10-7

# Estudio antropológico de la población de Pico Ramos (Muskiz, Bizkaia). Consideraciones sobre la demografía, salud y subsistencia.

Anthropological study of the population of Pico Ramos (Muskiz, Biscay).  
Some considerations regarding demography, health and subsistence.

**PALABRAS CLAVE:** Elementos traza, estrés, paleopatología.

**KEY WORDS:** Trace elements, stress, paleopathology.

**José Pablo BARAYBAR \***  
**Concepción DE LA RUA \*\***

## RESUMEN

Se presenta el estudio de los restos óseos recuperados en la cueva sepulcral de Pico Ramos. Se ha estimado el número mínimo de individuos en 104. El perfil demográfico obtenido presenta un sesgo significativo en la representación de individuos infantiles (< 7 años). El sexo solo pudo diagnosticarse en 16 casos debido al estado fragmentario del material. El estudio de las hipoplasias lineales del esmalte dentario en el canino mandibular (n=56) indican que la máxima prevalencia ocurrió a la edad de 3.5-4 años. A falta del análisis de otras piezas dentarias, estos picos de estrés pueden ser interpretados como el resultado compuesto de los efectos del destete y de afecciones múltiples de difícil deducción.

La aproximación al modo de subsistencia se ha efectuado a través de la reconstrucción de la dieta mediante el análisis químico de los huesos (Ca, P, Sr, Ba, Mg, Zn, Cu, Fe y V). El grado de contaminación por procesos diagenéticos, fue evaluado mediante el análisis de difracción de rayos X y de láminas delgadas. Los resultados fueron elaborados de manera univariante y multivariante y han permitido detectar relaciones entre elementos y ciertos grupos alimenticios. Sugerimos que la explotación de recursos estuarinos fue un componente fundamental de la dieta complementada con especies marinas, consumo de carne y asimismo de materia vegetal.

Aunque la fragmentación del material no ha permitido elaborar un perfil de morbilidad de este grupo humano, se ha podido registrar una serie de condiciones patológicas (entesopatías, problemas degenerativos, fracturas) que expresarían la relación constante del ser humano y su medio.

## SUMMARY

A study of the skeletal remains recovered in the Chalcolithic cave of Pico Ramos is presented. A minimal number of individuals (MNI) of 104 has been estimated. The demographic distribution shows an evident bias toward infant individuals (<7 years). Due to the fragmentary condition of the remains sex was diagnosed only in 16 individuals. The study of linear enamel hypoplasia (LEH) on the mandibular canine (n=56) indicates that the highest peak of prevalence occurred in the 3.54 years interval. Despite the lack of analysis of other teeth, the peak of LEH could be interpreted as the composite effect of weaning stress and multiple other factors of unknown etiology.

An approach to the mode of subsistence of this human group was achieved by means of major and trace element analysis of bone (Ca, P, Sr, Ba, Mg, Zn, Cu, Fe y V). The degree of post-depositional contamination was assessed by means of X-ray diffraction analysis and thin section microscopy. The results were analyzed in an univariate and multivariate manner and allowed us to identify certain relationships between some elements and major staples. We suggest that the consumption of estuarine staples was an important component in the diet of these people and was complemented with marine products, meat and an unknown amount of vegetable matter.

It has also been possible to identify a suite of pathological conditions (enthesopathies, degenerative disease, fractures) that express the relationship between this people and its environment.

## LABURPENA

Picos Ramos delako hilobi-leizean lorturiko gizaki hezurren aztarnen azterketa aurkezten dugu. Gizabanako gutxiengo kopurua 104 dela estimatzen da. Haurren (<7 urte) agerpen murrizta dela eta banaketa demografikoak alborapen adierazgarria ematen du. Materialea zeharo zatikatuta dagoenez, solik 16 kasutan izan da posible ematea sexuaren diagnostikoa. Hortzen esmalteko hipoplasia linealaren azterketa barailako betaginan (n=56), gehienbat 3.5-4 urte bitartean eman zela adierazten du. Gainontzeko hortzen analisiaren gabezia dela eta, estresaren mutur hauek ditia kentzearen eta jakingaitzak diren afekzio anizkoitzen ondorio bateratua dela esan daiteke.

Hezurren analisi kimikoaren (Ca, P, S, Ba, Mg, Zn, Cu, Fe eta V) bidez dietaren egitura lortu da euren bizibidera hurbilduz. Prozesu diagenetikoek sorturiko kutsaduraren maila x izpien eta xafla meheen difrakzioaren bidez ebaluatu ziren. Emaitzak bariantza bakarra eta anizkoitzaren analisia eginez lortu dira, honela, elementuen eta elikagai talde batzuren arteko erlazioak nabari izan dira. Gure eritziz baliabide estuarinoen hustirapena dietaren oinarritzko osagaia izanik ere, berau, itsasoko espeziez, haragiz eta landare eratorkinetaz osotuko zuke ten.

Materialea zatikatuta dagoenez giza talde honen erikortasun banaketa egitea ezinezkoa gertatzen da, baina, gizakiaren eta bere ingurugiroaren artean dagoen erlazio konstantea adierazten dituzten egoera patologiko batzuek (entesopatiak, endakatzeko arazoak, hausketak) identifikatu dira.

\* Dept. of Anthropology, University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, E.E.U.U.

\*\* Dept. de Biología Animal y Genética. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Apdo. 644. 48080 Bilbao.

## INTRODUCCION

La cueva de Pico Ramos, se encuentra situada en la margen izquierda del río Barbadún, en la localidad de Muskiz (Bizkaia) (Fig. 1). Localizada en el monte de Pico Ramos, perteneciente a la alineación montañosa Pico Ramos-Janeo, se halla sobre la marisma de dicho río. La excavación ha sido realizada bajo la dirección de la arqueóloga LYDIA ZAPATA.

Se trata de una cueva sepulcral, cuya cronología ( $4100\pm110$  -  $4790\pm110$ B.P.), pertenece al periodo calcolítico. El nivel 1 constituye un revuelto en el que aparecen materiales actuales y algún hueso humano. La gran mayoría de los restos óseos humanos analizados en este estudio, proceden del nivel 3, en el que se describió un ajuar típicamente calcolítico (Foto 1). El material antropológico recuperado estaba muy fragmentado dado el reducido tamaño de la cueva y su uso con fines sepulcrales durante varios siglos. En el momento del descubrimiento presentaba una planta triangular de 3 m. de longitud, que en el transcurso de la excavación se amplió hacia el exterior en una longitud de 3m en el eje longitudinal (ZAPATA, 1991), (Foto 1).

Las condiciones del material óseo recuperado en Pico Ramos no han permitido realizar un análisis sobre la composición antropológica de la población ni un estudio detallado de los cráneos, ya que éstos se hallaron muy fragmentados y los que se han podido reconstruir, presentaban una gran deformación. Por ello, nuestros objetivos fueron delimitar en la medida de lo posible en número mínimo de sujetos enterra-



Foto 1. Visión desde el exterior de la cueva de Pico Ramos (arriba) y del nivel sepulcral (abajo).



Figura 1. Localización de la Cueva de Pico Ramos en la margen izquierda del río Barbadún, en la localidad de Muskiz (Bizkaia).

dos y analizar diversos caracteres que nos acercaran al modo de vida de esta población, para lo cual se ha efectuado un análisis de los dientes por ser los elementos mejor conservados; en éstos se han registrado las hipoplasias del esmalte dentario, que son indicadores inespecíficos de episodios de estrés acontecidos durante la infancia. También se han registrado una serie de condiciones patológicas que nos permitan interpretar la relación de este grupo humano con su entorno. Un objetivo prioritario ha sido aproximarnos a su patrón de subsistencia por un doble interés; por un lado de índole metodológico, dadas las condiciones diagenéticas experimentadas por el material de Pico Ramos y por otro lado se nos planteaba la oportunidad de indagar en un problema de gran interés entre las poblaciones Neo-eneolíticas del País Vasco ya que poseemos datos muy fragmentarios sobre el patrón de consumo alimenticio de estas gentes. Las razones de ello son las dificultades que conllevan los análisis arqueozoológicos y arqueobotánicos en materiales procedentes de cuevas sepulcrales y enterramientos colectivos. Sin embargo, el análisis de elementos traza efectuado por nosotros en el material óseo humano de Pico Ramos, permite caracterizar los productos principales consumidos por

este grupo humano y aproximarnos a la identificación de su modo de producción (pastoril, cazador-recolector, agricultor, etc), resultando especialmente interesante este análisis en estas sociedades, cuyo modo de subsistencia ha sido tradicionalmente asociado a la vida pastoril.

Aunque se conoce la existencia de otras cuevas sepulcrales en la zona, el hecho de que algunas no hayan sido excavadas y en otras sus hallazgos permanezcan aún inéditos, nos impide disponer de datos antropológicos que podrían ser utilizados para la comparación con los restos de Pico Ramos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estado fragmentario de los huesos ha dificultado el análisis de este material, sin embargo se consideraron dos problemas prioritarios para establecer la composición demográfica de la muestra: la estimación del sexo y de la edad. La metodología empleada para estas determinaciones, se explica conjuntamente con los resultados obtenidos.

Los análisis para la reconstrucción de la dieta, se han llevado a cabo en una muestra de 39 diáfisis femorales humanas (lado izquierdo), determinándose las concentraciones de los siguientes elementos: Zn, Fe, Mg, V, Cu, Sr, Ba, Ca y P. Además se incluyeron siete muestras de huesos animales representativos del nexa trófico, cinco de ellas corresponden a herbívoros y un carnívoro contemporáneos al enterramiento y dos animales marinos actuales. Las muestras fueron preparadas según una modificación de la técnica de SPUZNAR et.al.(1978) y de SUBIRA y MALGOSA (1992). Los análisis se efectuaron en un Espectrómetro de Emisión Atómica por plasma inducido por acoplamiento (ICP-AES), modelo ARL Fisons 3410. Dadas las condiciones del enterramiento, y a fin de comprender los procesos diagénéticos sufridos por los huesos, se analizaron diversas muestras de suelo siguiendo la técnica de PATE y col. (1989) y asimismo se procedió a la evaluación del grado de contaminación postdeposicional del material óseo, mediante difracción de rayos X y análisis de láminas delgadas. Se evaluaron diversos sistemas de eliminación de la contaminación ósea por carbonato cálcico, procediéndose finalmente según una modificación de la técnica de SILLEN (1986). Toda la metodología utilizada se explica con precisión en el apartado correspondiente.

Dada la gran fragmentación del material, los huesos largos están muy poco representados en la muestra de Pico Ramos. Por ello, se estimó el número mínimo de individuos (NMI) en base a la pieza dentaria más abundante: el canino mandibular izquierdo. De igual manera se ha incluido un radio perteneciente a un neonato (intervalo 0-0.5 años), que

dada su edad no estaba representado en el grupo de dientes. Se ha calculado un NMI igual a 104

## ESTIMACION DEL SEXO Y DE LA EDAD

### Resultados y discusión

El estado fragmentario de los huesos permitió establecer un diagnóstico sexual positivo sólo en un número limitado de casos (n=16) y exclusivamente basado en el hueso coxal y/o en partes dimórficas del mismo (p.e. escotadura ciática). En la tabla 1 se presenta la distribución de los sexos, estimada en base a los coxales identificados.

Masculinos	Femeninos	Masculinos dudosos	Femeninos dudosos	Indeterminados
8	8	4	4	15

Tabla 1. Distribución de sexos según los coxales en la muestra de Pico Ramos

Se intentó sin embargo, establecer algún tipo de discriminación sexual basada en el tamaño del canino mandibular, dado que este tipo de diente presenta un dimorfismo sexual de un 5-6%, mientras que en el resto de los dientes es de 2-4% (MAYHALL 1992: 64). La figura 2 muestra la relación entre los diámetros buco-lingual y mesio-distal, en la cual se aprecia una dispersión de puntos hacia ambos extremos, indicando valores altos y bajos para ambas medidas respectivamente. Si bien los valores extremos podrían ser asumidos como correspondientes a individuos hiper-masculinos e hiper-femeninos respectivamente, sin embargo el resto de los individuos exhiben valores centrales que no permiten trazar de manera efectiva un punto de sección entre los sujetos de diferente sexo.

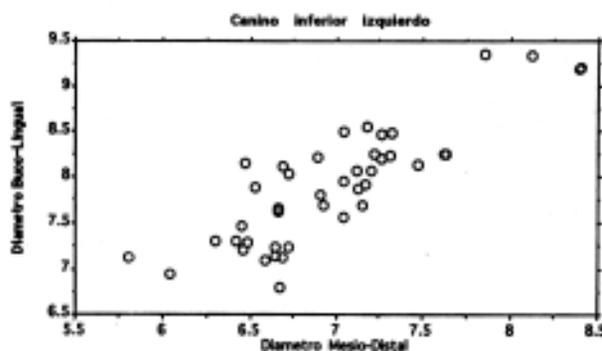


Figura 2. Diámetro buco-lingual (BL) vs. Diámetro mesio-distal (MD) del canino mandibular izquierdo (n=43)

De cualquier manera se observa que el diámetro mesio-distal presenta más variación que el buco-lingual (KROGMAN e IŞÇAN 1986: 366), y que por tanto

podría ser más efectivo en la discriminación sexual de ambos grupos si se tuviera algún indicio de dónde establecer el punto de sección. Además, el número de sujetos que presentan los valores extremos no superan al número de individuos determinados como femeninos y masculinos en base a la morfología pélvica, por lo que estos datos dentarios no proporcionan, en este caso, información adicional para el diagnóstico del sexo.

La determinación de la edad se ha establecido en base a criterios de maduración tanto en los huesos como en los dientes. En el caso de los huesos largos se ha prestado principal atención a la longitud máxima de las diáfisis y al grado de fusión de las epífisis (UBELAKER 1989, BROTHWELL 1981). En el caso de los dientes se han usado dos criterios: el primero referido a la calcificación del esmalte y el segundo a la erupción dental.

Las pautas para determinar la calcificación del esmalte fueron originalmente tomadas para situar la ocurrencia de defectos lineales en el esmalte del canino inferior izquierdo (hipoplasia del esmalte) dentro de un intervalo de edad. Fueron basadas en las recomendaciones de GOODMAN y ROSE (1990) usando los estándares de SARNAT y SCHOUR (1941). Esta técnica ubica el defecto (o la corona en crecimiento) dentro de un intervalo de 6 meses. Para tal fin se requiere establecer la media de la altura total de la corona en los dientes de la clase a estudiar (en este caso el canino inferior izquierdo permanente), tomándose sobre aquéllos que no presenten ningún tipo de desgaste.

Se hicieron dos juegos de medidas en momentos diferentes sobre 43 dientes, ya que eran los únicos susceptibles de medida al no presentar un excesivo desgaste. A fin de establecer el grado de error entre observadores, se aplicó el test t-student, considerándose como hipótesis nula la existencia de variación entre ambos juegos de medidas. La hipótesis nula fue descartada siendo  $p < 0.01$ . El valor medio de la altura total de la corona (ATC) del canino inferior izquierdo, es 11.966 mm. Usando este valor se hizo un regresión simple dividiendo la ATC en 12 intervalos de 6 meses cada uno, ya que el esmalte del canino mandibular crece durante un periodo de 4.5 años: 0.5-6.5 años (SKINNER & GOODMAN, 1992). El resultado de tal ajuste es una recta de regresión cuya fórmula es:  $y = -0.334x + 4.5$ , donde "y" es igual a la edad en que se produce el defecto del esmalte dentario y "x" es la distancia entre la unión cemento-esmalte (UCE) y el centro del defecto. Para determinar la edad de un germen se sustrae el tamaño del germen de la altura total de la corona, ATC (11.966 mm) y se usa el valor obtenido como "x" en la ecuación.

El problema de esta técnica es el de asumir un ritmo constante para la producción del esmalte del

diente (existen indicios de que el ritmo de crecimiento de la corona aumenta en los tercios medios y cervicales de la corona; GLEISER y HUNT 1955, MOORREES et al. 1963a,b, citados por GOODMAN y ARMELAGOS 1985: 488) que hace que se cometa un error de magnitud desconocida en la determinación de la edad a la que se forma el defecto hipoplásico (o del crecimiento de la corona). De cualquier manera se piensa que el error cometido no debe de exceder los 6 meses (GOODMAN Y ROSE, 1990). Solo cinco dientes fueron clasificados según esta técnica y se encuentran entre los 3 y 6 años. Para el resto se han utilizado los estándares para la calcificación y erupción dentaria tomados de las recomendaciones dadas por la Asociación Europea de Antropología (W.E.A. 1980) respetando las desviaciones estándar de cada diente.

En aquellos casos en que existía un posible solapamiento entre dentición decidua y permanente, se han eliminado los caninos temporales correspondientes. En el resto de los casos, se han tenido en cuenta tanto los caninos temporales como los permanentes.

Los dientes (canino inferior izquierdo permanente) ya erupcionados y con raíz formada fueron clasificados en cuatro grupos según su desgaste:

1- Coronas sin ningún tipo de desgaste, que según las observaciones realizadas corresponden a individuos cuyo segundo molar se encuentra en erupción o ya está erupcionado, es decir, que corresponden al intervalo II años  $\pm$  30 meses (W.E.A. 1980).

2- Coronas con desgaste mínimo y puntos de dentina expuesta. El desgaste puede incluir un cierto biselado oblicuo de la cúspide sin afectar a la morfología de la corona. Según las observaciones realizadas, este tipo de desgaste se asociaría a individuos que tienen erupcionado el segundo molar contemporáneamente a la muerte, pero no los terceros molares aunque en algunos casos éstos son de erupción reciente, es decir que corresponden al intervalo 10-21 años.

3- Coronas con desgaste en bisel oblicuo o transversal rebajado hasta 1/4 de la misma. La exposición de dentina ya no es en puntos sino mas bien en áreas alargadas.

4- Coronas con cualquier tipo de desgaste que haya eliminado más de la mitad de la corona (el desgaste suele afectar al tubérculo). La exposición de dentina es masiva y se caracteriza por el "cupping" o desgaste en forma de copa.

Tanto el grupo 3 como el 4 pueden adscribirse a una edad superior a los 21 años, aunque no se pueden realizar mas precisiones al respecto. La imposibilidad de establecer una asociación directa entre los tipos de desgaste descrito y una edad límite (p.e. 40

años), radica en la falta de relación entre el ritmo de desgaste y la edad.

El perfil demográfico de la muestra basado en el canino mandibular izquierdo (a excepción de un sujeto neonato representado por un radio) es igual a un número mínimo de 104 individuos y se presenta en la figura 3.

El perfil demográfico que hemos presentado es sólo una aproximación a la distribución de edades dentro de la muestra. Dada la amplitud de las clases de edad establecidas en base a este criterio, admitimos que existe una fuente de error referida fundamentalmente a la edad de los juveniles (10-21 años) ya que no se han podido establecer intervalos mas cortos para distinguir entre pre y post-adolescentes. Esta misma dificultad se ha presentado en los individuos maduros (principalmente los mayores de 40 años).

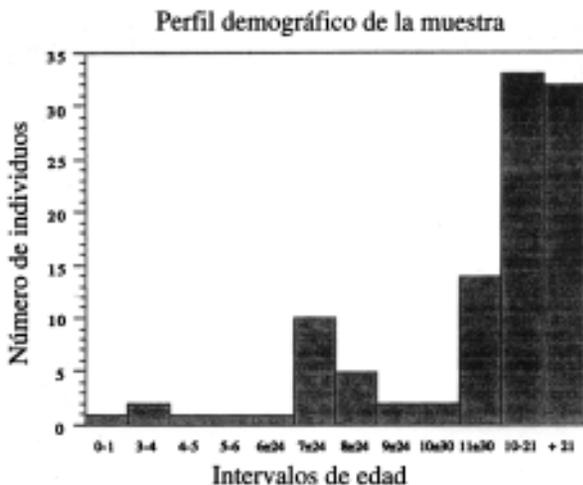


Figura 3. Perfil demográfico de la muestra de Pico Ramos (n=104). Intervalos de edad en años. Datos basados en el canino mandibular izquierdo, con excepción del individuo del primer intervalo de edad (radio s/l).

## ESTILO DE VIDA

### Resultados y discusión

Se ha realizado una aproximación al estilo de vida mediante el registro de indicadores inespecíficos de episodios de perturbación fisiológica (estrés). Dado que los dientes son las piezas mejor conservadas, se decidió registrar las llamadas Hipoplasias Lineales de Esmalte (HLE). La hipoplasia de esmalte es "una deficiencia en el espesor del esmalte resultado de una perturbación en la fase secretoria y de formación de la matriz durante la amelogénesis" (GOODMAN y ARMELAGOS 1985: 479). Las condiciones que las causan son de etiología varia y al menos se han referido 100 factores capaces de generarlas (CUTRESS y SUCKLING 1982 en GOODMAN y ARMELAGOS 1985). El

diente elegido fue el canino mandibular izquierdo, por ser el más abundante en la muestra y por ser además un diente bastante susceptible al desarrollo de este tipo de defectos (GOODMAN y ARMELAGOS 1985).

Los criterios para el registro de las hipoplasias fueron tomados de GOODMAN y ROSE (1990), tomados a su vez de la FDI (Federation Dentaire Internationale). Sólo se han registrado defectos lineales de diverso grosor y las medidas fueron tomadas desde la UCE (unión cemento-esmalte) hasta el centro del defecto; si el defecto superaba 0.5 mm de espesor se tomaron dos medidas, una superior y una inferior, indicando que el espacio entre ambas fue el tiempo en que ocurrió el defecto.

El número de dientes afectados por hipoplasia en la muestra analizada es igual a 56, por lo que la prevalencia de defectos hipoplásicos en la muestra total de dientes (n=103) es igual a 54.4 %. La figura 5 muestra el número de defectos detectados en los 56 dientes por cada intervalo de edad (0.5 años cada uno).

La tabla 2 muestra el número y porcentaje de individuos con al menos 1, 2 y 3 hipoplasias.

Dientes con una hipoplasia	Dientes con dos hipoplasias	Dientes con tres ó más hipoplasias
20 (19.4 %)	22 (21.3 %)	14 (13.6 %)

Tabla 2. Cantidades y porcentajes de dientes (canino mandibular izquierdo) con una, dos, tres o mas hipoplasias lineales del esmalte.

Tal como se aprecia en la figura 4 se hallan tres momentos de prevalencia máxima de hipoplasias, desde los 3 hasta los 4 años, ocurriendo el mayor valor en el intervalo 3.5-4 años.

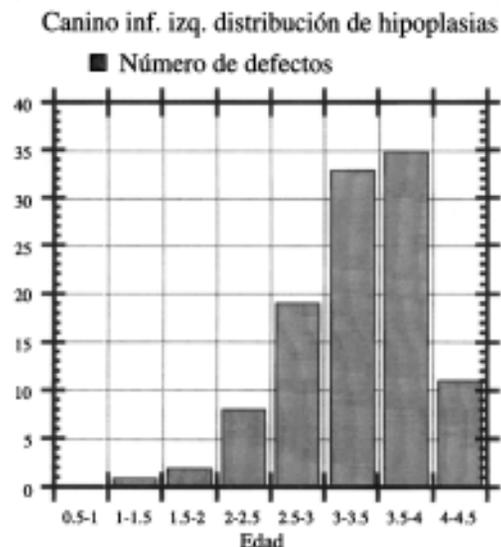


Figura 4. Distribución del número de hipoplasias en 56 dientes (canino inferior izquierdo) afectados.

Antes de interpretar la presencia recurrente de las hipoplasias en esos intervalos de edad, hay que entender que en el canino mandibular, las hipoplasias suelen presentarse al menos un año más tarde que en otros dientes de formación más temprana, tales como los incisivos maxilares. Este fenómeno ha sido discutido por GOODMAN y ARMELAGOS (1985) y GOODMAN y ROSE (1990). Si bien no existe una explicación satisfactoria de por qué ocurre tal situación, factores tales como la cronología diferencial del crecimiento entre los dientes y el alto grado de control genético en el desarrollo que parecen tener los dientes más hipoplásicos, podrían ser algunas de las causas (GOODMAN y ARMELAGOS 1985). Además se citan, la probable disminución en el número de ameloblastos hacia el tercio medio de la corona, que explicaría que cualquier perturbación fisiológica tenga mayor impacto en la formación del esmalte. Y finalmente, la dirección perpendicular de los prismas de esmalte en el tercio medio de la corona y su longitud podrían explicar por que la mayor frecuencia de hipoplasias se halla en esta zona de la corona (GOODMAN y ARMELAGOS 1985). Aunque las razones anteriormente expuestas explican la frecuencia y distribución de las hipoplasias en ciertos tipos de dientes, no resuelven el problema de la elección del diente más idóneo para asociar la frecuencia de aparición de un tipo de defecto a una práctica cultural específica tal como el destete.

En efecto, la información proporcionada por LANPHEAR (1990) respecto a la existencia de episodios de stress en una población moderna, entre los 2.5-3 años (en base al incisivo central maxilar; 3.5-4 años en base al canino) y asociada al destete, puede ser interpretada de manera diferente si se usan los datos derivados del canino mandibular. Se han mostrado picos de estrés entre los cuatro y los seis años en el canino mandibular (SHULZ y MCHENRY 1975 en LANPHEAR 1990) en grupos de cazadores-recolectores, quienes destetarían a sus hijos más tarde que los grupos agricultores y estos últimos a su vez más tarde que las poblaciones industriales contemporáneas (LANPHEAR 1990).

A falta de los incisivos centrales maxilares, que posiblemente indicarían picos de estrés más tempranos que aquéllos registrados en los caninos (al menos en 1 año) podríamos pensar que los picos registrados en los caninos son un compuesto de los efectos del destete y de afecciones múltiples que no pueden ser deducidas.

Es importante recalcar que no se han registrado hipoplasias entre los menores de 11 años ni en los gérmenes que representan a los individuos muertos a esas edades. Este hecho permite pensar que la muerte de esos sujetos ocurrió entre los 3.5 y los 5.5 años, época en que se produjeron los episodios de estrés en los individuos supervivientes. Todo esto

nos ayuda a entender a las hipoplasias de esmalte como respuesta adaptativa a procesos de perturbación fisiológica más que una expresión de la morbilidad de un grupo dado (GOODMAN 1991). Desgraciadamente dadas las limitaciones para determinar con mayor precisión la edad de los individuos, no hemos podido analizar la frecuencia de diversos indicadores de estrés en los diferentes grupos de edad, con el fin de determinar si existe una mayor mortalidad en el grupo de edad que presentara la menor cantidad de defectos. Ello permitiría establecer una correlación positiva entre la frecuencia de indicadores de estrés y el grado de adaptación a una fuente de perturbación fisiológica constante.

## RECONSTRUCCION DE LA DIETA

### A.- Principios generales

Una manera de aproximarnos a la identificación del modo de producción del grupo en cuestión (léase pastoril, cazador-recolector, agricultor, etc) es mediante la reconstrucción de los patrones de consumo alimenticio, dado que existe una relación directa entre producción y consumo de alimentos. Si bien la relación anteriormente expuesta podría sugerir que debería existir una relación directa entre lo que uno consume y lo que sus huesos contienen, tal afirmación no es tan sencilla y debe de ser evaluada críticamente.

En la tabla 3 se presenta la relación entre los elementos analizados y los productos alimenticios que los poseen.

Elemento	Fuentes alimenticias	Relación con el nexo trófico (en orden decreciente)
Bario	fibra: nueces-bayas-cereales-tubérculos, legumbres-carne	herbívoro-carnívoro
Cobre	carne-nueces-vegetales-miel	carnívoro-herbívoro
Hierro	carne-pescado-vegetales	carnívoro-herbívoro
Magnesio	Macro-elemento esencial asociado a diversos productos vegetales pero no utilizable para reconstrucciones dietéticas	
Estroncio	fibra, como el Ba, pero menos discriminado; concentración alta en ecosistemas marinos	herbívoro-carnívoro
Vanadio	Granos-nueces-aceites vegetales-tubérculos (algunos)-carne-pescado-leche	herbívoro-carnívoro
Zinc	proteína (carne, ciertos moluscos)cereales	carnívoro-herbívoro

Tabla 3. Relación entre elementos usados en la reconstrucción de la dieta y fuentes alimenticias (información tomada de Francalacci 1989:111, Weidert 1990)

La técnica escogida para evaluar este problema fue el análisis de elementos traza. Los elementos traza se encuentran en concentraciones menores a 0.1 % en el cuerpo humano, los hay esenciales y no-esenciales, de los 90 elementos conocidos, 26 son esenciales para la vida animal y 15 se hallan como trazas (UNDERWOOD 1977).

El elemento más usado para reconstrucciones dietéticas ha sido el estroncio (Sr), un metal alcalino presente en diversas cantidades en la corteza terrestre, cuya concentración disminuye al ascender el nexo trófico debido a un proceso llamado "discriminación" o "bio-purificación", mediante el cual de cualquier dosis ingerida, la mucosa intestinal sólo absorberá una dosis mínima de Sr, pero en cambio absorberá la mayor cantidad de calcio (Ca), debido a que es un elemento esencial para el metabolismo del organismo.

Dado que las plantas no discriminan el Sr ni ningún otro elemento (aunque parece que lo concentran de manera diferente en diversas partes, RUNIA 1987), los huesos de los herbívoros exhibirán la mayor concentración de Sr (el Sr por su afinidad con el Ca, ingresa en la hidroxiapatita o fase inorgánica del hueso). Sin embargo, los carnívoros que consumen la carne pero no los huesos de otros animales, presentarán los valores más bajos. Los omnívoros, entre ellos el hombre, deberán exhibir valores intermedios entre herbívoros y carnívoros, con un desplazamiento relativo de la media hacia un lado u otro dependiendo de la proporción de especies vegetales en la dieta.

El bario (Ba) se comporta de manera similar al Sr, pero suele sufrir una mayor discriminación que este último en su paso a través de membranas biológicas, debido a su mayor radio iónico (PATE et.al 1989, SCHROEDER et.al. 1972). Si bien el Ba es rico en ecosistemas terrestres, es pobre en ecosistemas marinos, dado que se presenta como sulfato de bario (barita), altamente insoluble en el agua de mar. Por otro lado, el Sr es abundante en medios marinos y así la porción comestible de los mariscos es también rica en Sr. De esta manera BURTON y PRICE (1990) han sugerido establecer una razón entre Ba/Sr para determinar la proporción de alimentos marinos en la dieta. El problema mayor es que esta proporción puede carecer de sentido en ciertas circunstancias, por ejemplo, si bien una dieta básicamente marina que reciba una contribución del 10% de productos vegetales hará que se incremente ligeramente el nivel de Ba (dada la proporción insignificante de Ba en relación al Sr), sin embargo un aporte de un 10% de productos marinos en una dieta básicamente terrestre, reducirá la proporción de Ba en un 10% (BURTON y PRICE 1990:551).

Si bien el carácter esencial del Sr y del Ba está aún en discusión, otros elementos tales como el zinc (Zn), cobre (Cu) y hierro (Fe) son decididamente esenciales (se sabe que el vanadio es esencial en el crecimiento de los pollos) y en algunos casos antagónicos (P.e. Cu y Fe). Si bien la concentración primaria de estos elementos es mayor en el tejido muscular (carne), también se presentan en cantidades considerables en los tejidos de otros seres (P.e. ostras en el caso del Zn) y en ciertas especies vegetales (Zn en cereales, Cu en nueces). El almacenamiento de estos elementos en los huesos, está regulado por la necesidad y requerimientos de otros órganos y por lo tanto el déficit de los mismos tiene consecuencias de diversa magnitud en el organismo, desde alteraciones en el crecimiento hasta anemia. Sin embargo, en individuos básicamente "sanos" se aprecia una cierta relación entre la concentración de estos elementos y el consumo de proteína animal (particularmente en el caso de Zn), aunque en ciertas ocasiones las diferencias pueden ser menos obvias de lo que se piensa. Así por ejemplo REINGOLD et.al. (1983) calculó los valores tipo de Sr y Zn en un grupo de herbívoros, omnívoros y carnívoros, observando que mientras los herbívoros se distinguen claramente de los carnívoros en base al Sr, las diferencias en base al Zn pueden llegar a ser mínimas (P.e. 25ppm).

En los cereales, generalmente el Zn no puede ser absorbido dada la existencia en el pericarpo de los frutos de fitato (inositol hexafosfato), un ácido orgánico que actúa como quelante de metales tales como el Zn, Cu y Fe, impidiendo su absorción por la mucosa intestinal. El Cu suele estar igualmente concentrado en ciertos tipos de nueces, al igual que el Ba. Mientras que el uso del Sr y Zn es bastante común en la reconstrucción de paleodietas, el uso del Cu, Fe y otros elementos tales como el vanadio (V) es relativamente nuevo, y hasta el momento nuestro conocimiento de estos elementos en la reconstrucción de paleodietas es aún precario (particularmente el V).

Sin embargo una forma de minimizar este problema, consiste en usar una serie de controles animales cuya posición en el nexo trófico y su contemporaneidad con el material de estudio, hayan sido previamente definidos. En teoría, se podría asumir que los valores de elementos tales como Ba, Cu y V en un animal omnívoro como el cerdo, podrían representar al margen de otros productos, el consumo de nueces o frutos similares de una ecología dada, mas que de músculo o víscera (en el caso del Cu).

Nuestro análisis fue diseñado para discriminar entre grandes grupos de recursos comestibles, básicamente, productos marinos, productos vegetales y proteína animal.

Fueron utilizados los siguientes elementos: Ca, P, Sr, Ba, Mg, Zn, Cu, Fe, y V. De estos el Sr y Ba ayudarían a determinar la proporción de materia vegetal y/o mariscos consumidos, el Zn y Cu la fracción de proteína animal y/o cereales (sólo Zn), el V la fracción de materia vegetal o materia animal, mientras que el Fe, Mg, Ca y P, servirían para estimar: la integridad de la hidroxiapatita del hueso (Ca y P), la pérdida de macro-elementos durante el tiempo del enterramiento (Mg) y el grado de contaminación por suelos arcillosos (Fe; la cueva se halla en una conocida area minera de hierro, por lo cual no se esperaba que se pudiesen recuperar valores de Fe que reflejaran valores "in vivo").

### B.- Diagénesis

Dado que el material fue recuperado en una cueva compuesta básicamente por calcita ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ), esperábamos encontrar grados variables de contaminación de los huesos. La diagénesis o contaminación post-deposicional, empieza una vez que los tejidos de cohesión desaparecen y en el hueso se hace patente con la destrucción del colágeno. En este proceso, diversos iones ingresan en la red cristalina de la hidroxiapatita reemplazando a los iones de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) y fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). La evaluación de la integridad de la hidroxiapatita en el material bajo estudio se hizo mediante difracción de rayos X, en donde se descubrieron picos mayoritarios de hidroxiapatita de gran cristalinidad (ciertos investigadores han detectado un aumento de la cristalinidad de la hidroxiapatita en restos de gran antigüedad; SILLEN 1986:314-315) y picos igualmente intensos de calcita (Figura 5A, 5C y 5D). De la misma manera el fragmento de una concreción desprendida de la pared de la cueva, fue identificado como calcita (figura 5B).

A fin de entender los mecanismos de penetración y la disposición del carbonato en el hueso se hi-

cieron láminas delgadas de parte de los huesos sometidos a difracción. El resultado fue el hallazgo de depósitos de carbonato de calcio adheridos a las paredes de los canales haversianos y en las fisuras (Foto 2). También se pudo constatar que la estructura microscópica del hueso se hallaba bastante intacta (Foto 3). La penetración del carbonato pudo haber ocurrido a través de fisuras o fracturas de los huesos cuando la lluvia disolvió parte de las paredes de la cueva, creando una solución rica en iones de carbonato.

Una vez definida la contaminación de los huesos por carbonato de calcio, se trató de separarlo del hueso de manera preferencial, es decir, sin remover el Ca biológico que forma parte de la hidroxiapatita. Si bien la remoción selectiva de carbonatos en los huesos es una labor casi imposible, se han evaluado varios sistemas recomendados por diversos autores hasta encontrar el más adecuado para las condiciones de nuestro material. KYLE (1986) calculó la cantidad de carbonato en los huesos utilizados para su análisis, restando el peso perdido entre una incineración a  $450^\circ\text{C}$  y otra a  $950^\circ\text{C}$ . Desgraciadamente mediante tal procedimiento no se logra remover al carbonato de calcio, sino mas bien se precipita el calcio al eliminar el  $\text{CO}_2$ . SILLEN (1986) sugirió la realización de lavados continuos de una muestra de polvo de hueso en un tampón de Acido acético-Acetato de sodio ajustado a pH 4.5. Las bases de esta técnica son la creciente solubilidad de la hidroxiapatita a pHs menores a 6 y por lo tanto la remoción selectiva del material mas soluble en los primeros baños. En nuestro caso, se experimentó la técnica de SILLEN (op.cit), obteniéndose la remoción selectiva de Ca durante los primeros baños. Uno de los problemas con esta técnica es la pérdida de material no diagenético a medida que se avanza en los baños, con la consecuencia de terminar con muy poca muestra para ulteriores análisis. PRICE et.al.(1992), recomiendan sumergir el

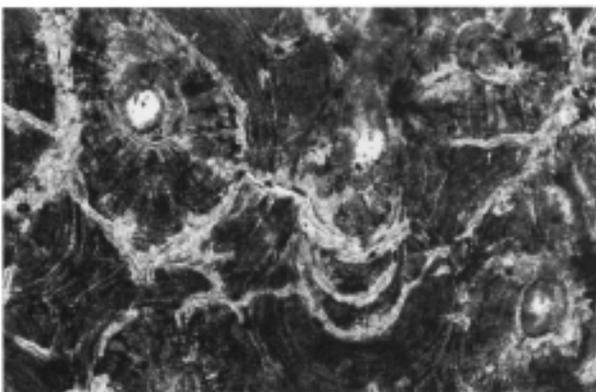


Foto 2. Microfotografía de una muestra de hueso preparada en lámina fina. Se aprecian los depósitos de carbonato cálcico adherido a las paredes de los canales haversianos y en las fisuras. (Objetivo 20x) (Fotog. J.ELORZA)

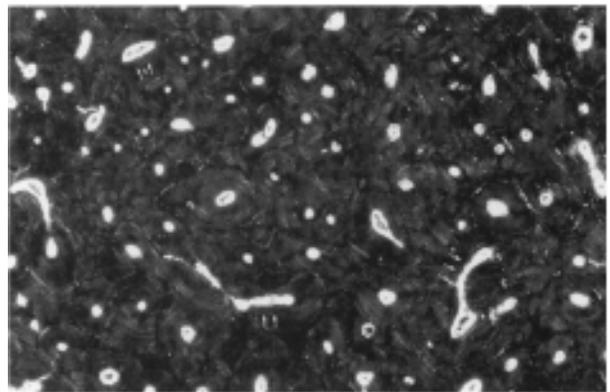


Foto 3. Microfotografía de una muestra ósea preparada en lámina fina. Se aprecian los depósitos de carbonato cálcico en una estructura ósea bastante intacta (Objetivo 5x. longitud foto 2.6 mm) (Fotog. J.ELORZA)

hueso durante una noche en una solución de ácido acético 1N para la remoción de carbonatos. Aunque estos autores han referido las ventajas de esta técnica, LAMBERT y asociados han notado la remoción de iones no asociados al carbonato. Al parecer esto es causado porque el pH de la solución de acético 1N es alrededor de 2.5. Tras valorar estos resultados se consideró adecuado utilizar una modificación de la técnica de SILLEN (1986), usando el tampón Acético-Acetato a pH 4.5 dentro del cual se coloca el fragmento del hueso previamente lavado en agua desionizada y con la superficie peri-cortical removida. La duración promedio del baño es de dos horas, durante las cuales se someten a un baño de ultrasonido por episodios de cinco minutos cada uno.

Para evaluar la efectividad de la solución tampón se analizó una fracción de la misma tras el baño. Los resultados presentados en la tabla 4 muestran que se logró eliminar cantidades significativas de Ca, cantidades menores de P y Mg y cantidades no significativas de los demás elementos.

Zn ppm	Fe ppm	Mg ppm	V ppm	Cu ppm	Sr ppm	Ba ppm	Ca ppm	P ppm
.337	.04	4.94	.032		2.59	.26	655.41	65.65

Tabla 4. Análisis de la solución tampón (25 ml) tras el baño de los huesos durante un promedio de dos horas (n=9). Media de los valores.

A fin de detectar la contribución de iones ajenos al hueso durante el enterramiento, se procedió a analizar muestras de suelo provenientes de una columna estratigráfica de la parte central de la cueva (B5). El análisis realizado se basa en la técnica propuesta por PATE y colaboradores (1989). Las soluciones se hicieron saturando diversos volúmenes de sedimento (suelo= 65 ml/60g, concreción 125 ml/85g) con cantidades variables de agua desionizada hasta saturar la muestra y dejadas en reposo por un promedio de 36 horas. Luego, el agua fue extraída al vacío, filtrada, enrasada y luego analizada en un Espectrómetro de emisión atómica ICP-AES. La ventaja del análisis de soluciones de suelo cuando se le compara al análisis de la composición química del mismo, es que en el primero se detectan solamente los iones que se lograron disolver en agua y por lo tanto ingresar en la red cristalina de la hidroxiapatita para reemplazar a los iones  $Ca^{++}$  o  $PO_4^{3-}$ . En el segundo tipo de análisis no se logra discriminar si los iones estuvieron presentes en el sedimento de forma soluble o insoluble.

Baste recordar que el intercambio entre iones de un mismo tipo en estado sólido se produce si el tamaño de sus radios no oscilan mas del 15% (PATE et.al. 1989). De esta manera es preciso determinar cuales fueron los cationes en solución que tuvieron que competir por su entrada en la hidroxiapatita del hueso.

Los resultados fueron analizados siguiendo una modificación del modelo propuesto por PATE y colaboradores (1989) y se presentan en la tabla 5a. Dado que el sedimento que cubría a los huesos es homogéneo y fue subdividido en capas arbitrarias (lechos), se utilizó una sola muestra de suelo como representativa de todo el sedimento. Igualmente se procesó una muestra de la pared de la cueva.

Muestra	P	Ca	Mg	V	Cu	Zn	Sr	Ba
Suelo	0.77	81.0	b.l	b.l	0.001	0.001	0.184	0.004
Pared de la cueva	431.53	1047.27	5.35	b.l	0.05	0.04	1.82	0.08

Tabla 5a. Concentración elemental de soluciones de suelo. Valores en ppm.

Se determinó el pH de las muestras de suelo, el cual fluctúa entre 7,8 y 8, es decir entre alcalino y ligeramente neutro. Tal pH sugiere que la fase presente en el sedimento fuese bicarbonato cálcico. Hay que tener en cuenta que el pH debió verse alterado sustancialmente, es decir volverse mas ácido, en el momento en que los cadáveres presentaban tejidos blandos, dada la gran producción de  $CO_2$  durante la descomposición de los mismos.

Se aprecia que en el suelo que cubrió a los cadáveres, el catión mas frecuente fue el Ca, seguido del P y Sr. El Ba, si bien afín al Sr y el Ca, no se halla en gran abundancia, tal vez por las grandes dimensiones de su radio iónico, que hace que sea más discriminado que el Sr cuando compite por las posiciones que ocupa el Ca dentro de la red cristalina. En este caso los metales de transición tales como el Zn y Cu son poco abundantes. Tanto el V como el Mg se encontraban bajo los límites de detección del instrumento. El hecho de que fuera el Ca el catión más abundante en la solución de suelo, impidió que se produjera una contaminación sustancial de los huesos mediante Sr, dado que este último tiene un radio iónico mayor que el del Ca, impidiendo por lo tanto su acceso directo a la red cristalina del hueso.

A fin de comparar la concentración de elementos tanto en los huesos como en el suelo, se procedió a analizar químicamente muestras de sedimento digeridas provenientes de la columna estratigráfica del centro de la cueva. Los datos se presentan a continuación en la tabla 5b.

Zn ug/g	Fe ug/g	Mg ug/g	V ug/g	Cu ug/g	Sr ug/g	Ba ug/g	Ca%	P%
7.56±1.94	a.l.	12.08±1.59	b.l.	b.l	b.l	3.04±0.42	5.81±4.91	0.4910.33

b.l. bajo los límites de detección  
a.l. sobre los límites de detección

Tabla 5b. Análisis químico de muestras de suelo de una columna estratigráfica del centro de la cueva (valores medios y desviaciones).

Todos los elementos, con excepción del Fe, se hallan en cantidades mayores en el hueso relativo al suelo. Si bien no se analizó Fe en la solución de suelo, es muy posible que su concentración mayoritaria en los huesos se deba a la contaminación mecánica (rellenando fisuras y huecos) de complejos de Si-Al-Fe insolubles y difíciles de remover mecánicamente o mediante los lavados.

La baja proporción de Mg en el hueso se puede deber a que gran parte del mismo fue removido hacia el suelo debido a los cambios de pH del terreno en determinados momentos. Baste recordar que el Mg parece ser desplazado de la fase mineral del hueso, cuando se halla expuesto a iones en solución (SPADARO 1969 en PATE et.al. 1989:312). Además, dado que el Mg es un elemento que ocupa una posi-

ción superficial en los cristales de fase inorgánica del hueso, es bastante sensible a ser removido del hueso en condiciones de acidez y de baja concentración de Mg en el suelo (WEIDERT 1990: 40). Los cambios producidos por la decomposición de los cadáveres y el material orgánico vario que contuvo la cueva, pudo ser suficiente para alterar el pH (volverlo mas ácido), de manera tal que gran parte del Mg pudiera ser eliminado.

Al ser identificado el Ca como el catión contaminante de primer orden es posible suponer que su ingreso en el hueso fue en forma de carbonato, es decir, calcita tal como fue identificado en la difracción por rayos X. De esta manera, si bien se pudo eliminar parte de los carbonatos mediante el tratamiento de los huesos en el tampón ajustado a pH 4.5, en

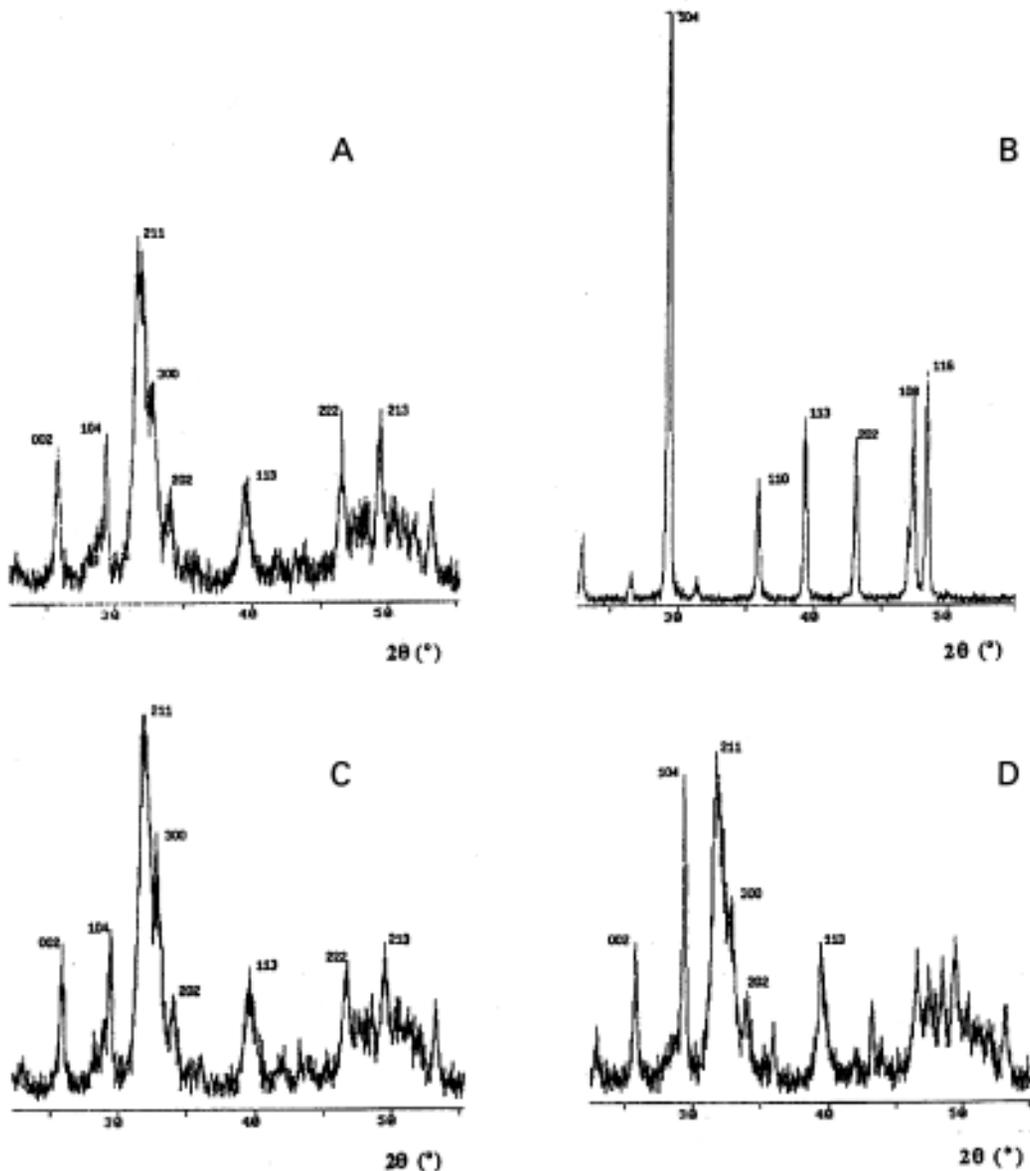


Fig. 5. Patrón de difracción de rayos-X de diversas muestras de Pico Ramos, A, C y D: Huesos humanos en los que se aprecian los tipos de la hidroxiapatita y del carbonato cálcico (calcita). B: patrón de difracción de rayos-X de la calcita.

ciertos casos no se logró, obteniéndose valores extremos de Ca, pero no de otros elementos y alterándose el ratio Ca/P. Es por esto que en este caso de estudio el ratio Ca/P no debe de ser tomado al pie de la letra como el único indicador de la integridad de la hidroxiapatita del hueso. El buen estado de la misma ha sido mencionado previamente, cuando nos referimos al análisis de láminas delgadas y a la difracción por rayos X.

### C.- Preparación de las muestras

Las muestras fueron preparadas según una modificación de la técnica de SPUZNAR et.al(1978) y de SUBIRA y MALGOSA (1992). El hueso utilizado fue la diáfisis del fémur izquierdo, utilizándose solamente hueso compacto, dado que representa la media de la vida del individuo y no la fracción más reciente en el momento de la muerte tal como el hueso esponjoso.

Se elimina la superficie pericortical, restos de tejido esponjoso y la superficie de corte con una lámina de bisturí, cambiando de lámina en cada muestra. Luego se lava la muestra en agua desionizada hasta eliminar todo sedimento visible. Posteriormente, la muestra se sumerge en un tampón de Acido Acético-Acetato ajustado a pH 4.5 por un promedio de dos horas. Durante este tiempo la muestra se coloca repetidas veces en un baño de ultrasonido para desprender sedimentos y granos que no hayan podido ser eliminados previamente. Luego la muestra se enjuaga en agua desionizada y se pone a secar a 100°C durante unas cuatro horas. La muestra seca se pulveriza en un mortero. Dos gramos del polvo de hueso se disponen en un crisol y se coloca en la mufla a 800°C durante un promedio de 12 horas. Las muestras de animales modernos (delfín y cachalote) fueron sumergidas en éter por espacio de 7 horas para remover lípidos y restos orgánicos. Una vez enjuagadas las muestras fueron secadas y procesadas de la misma forma que el material arqueológico.

La muestra incinerada se pesa nuevamente para estimar la proporción de materia orgánica e inorgánica del hueso. Medio gramo de ceniza (pesado exactamente) se coloca en un vaso de precipitado de cristal de 100 ml y se le añade 12.5 ml de ácido nítrico concentrado, cubriéndose el vaso con un vidrio de reloj. El vaso cubierto se coloca en una placa calefactora a 200°C promedio y se deja evaporar. Tras la evaporación se obtiene una muestra sólida de color rosa, blanca o marrónácea. A la muestra, una vez fría, se le añaden 2.5 ml de ácido nítrico concentrado y 5ml de agua desionizada que tras enjuagar el vidrio cobertor y las paredes del vaso, es vertida a la solución. Para ayudar a diluir la muestra, el vaso se agita suavemente y se coloca en la placa calefactora hasta que hierva, en ese momento la muestra deberá estar

totalmente disuelta. Una vez fría la muestra es filtrada usando papel de filtro Whatlman N° 40. El filtro se lava bien con agua desionizada con la cual se enrasa la solución en un matraz aforado a 50 ml. Las muestras son vaciadas en tubos de polietileno para evitar la absorción de ciertos iones por el vidrio.

Para eliminar cualquier contaminación de las muestras los morteros y demás utensilios son lavados en una solución de ácido nítrico (1:1) y enjuagados en agua destilada.

Los análisis se realizaron en un Espectrómetro de emisión atómica ICP-AES modelo ARL Fisons 3410. Las longitudes de onda para cada elemento analizado fueron las siguientes:

Zn	213.866 nm
Fe	259.941 nm
Mg	279.079nm
v	309.296 nm
Cu	324.762 nm
Sr	346.434 nm
Ba	455.381 nm
Ca	315.871 nm
P	214.914 nm

Todos los elementos fueron analizados simultáneamente. Para evitar interferencias, el Ca y P se analizaron separadamente diluyendo la muestra 1:25.

### D.- Resultados: Análisis de elementos traza

El análisis de los huesos revela que en muchos casos el lavado con el tampón acético-acetato no fue suficiente para eliminar el carbonato del hueso. En esos casos la razón Ca/P que idealmente debiera ser igual a 2.26, llega hasta 2.78. El cálculo de la diferencia de peso en la muestra seca y luego de la incineración carece de sentido porque el carbonato presente en el hueso fue el que reemplazó a la materia orgánica, por lo tanto no fue estimado. Esto último fue corroborado por la observación de ciertas muestras preparadas en láminas finas las cuales evidenciaron la presencia de carbonatos recubriendo las paredes de los canales haversianos (Fotos 2 y 3). La existencia de picos mayoritarios de hidroxiapatita en los difractogramas realizados pone en relieve que la integridad de la misma no fue afectada. De esto se concluye que la combinación de difractogramas, láminas delgadas y el cálculo de las razones de actividad entre los elementos presentes en disolución en el suelo durante el enterramiento demuestran que la hidroxiapatita se mantuvo intacta y que los carbonatos ocuparon el espacio que quedó luego de la descomposición de la fase orgánica del hueso. Si bien el Ca presente en el carbonato no pudo ser eficazmente separado de aquél que originalmente estuvo en el hueso, esto no ha sido una pre-condición para la re-

construcción de la dieta. La razón entre Ca y P es una de las formas de evaluar el grado de integridad de la hidroxiapatita, pero no guarda relación con las proporciones de Ca y P incorporadas a través de la dieta (WEIDERT 1990).

Dado que Pico Ramos es una cueva sepulcral y no un lugar de habitación, los pocos restos de fauna asociados al enterramiento fueron aquellos de animales dispuestos como ofrendas o habitantes de la cueva en algún momento de su historia. Debido a ese problema sólo pudimos recuperar una cantidad mínima de animales para usarlos a manera de control y compararlos con el grupo humano. Los animales fueron dos herbívoros (*Bos* y *Cervus*), un omnívoro (*Sus*) y un carnívoro (*Felis*). Dada su posición en el nexa trófico se esperaba encontrar diferencias en las concentraciones de ciertos elementos entre ellos. Por ejemplo, el grupo de herbívoros y el omnívoro debían de estar más relacionados entre sí que con el carnívoro.

La reconstrucción de la dieta tiene el objetivo de generar una explicación a los patrones de consumo y por lo tanto de explotación del medio por parte de la gente que fue enterrada en Pico Ramos. Para tal fin se han generado dos hipótesis de trabajo al respecto. La primera define a la gente enterrada en Pico Ramos como un grupo de economía pastoril, transhumante que dada su condición, habría consumido una dieta básica compuesta por productos lácteos y sus derivados, carne y complementos varios de tipo estacional (bayas, frutos, etc.). La segunda define a esta gente como parte de un grupo que explota el área estuarina, el litoral rocoso y el bosque, cuya dieta habría estado constituida por mariscos y peces del estuario, carne proveniente de la caza o de algunos animales domésticos y un componente vegetal proveniente del bosque rico en nueces, bayas, etc.

Se esperaría que cada uno de estos patrones de consumo genere un cuadro elemental diferente; sin embargo tal como se dijo anteriormente, la mayoría de los elementos traza usados en este estudio no se asocian exclusivamente a un recurso en particular, así por ejemplo tenemos que el Zn es rico en las proteínas animales, cereales y ciertos mariscos, o que el Sr está presente tanto en la materia vegetal como en los mariscos.

En la tabla 8 se presentan las concentraciones de los elementos traza analizados en 35 individuos en 5 animales recuperados en Pico Ramos y en 2 animales marinos actuales.

Si bien ciertos trabajos han hecho hincapié en la necesidad de analizar los resultados de manera multivariada (P.e. BUIKSTRA et al. 1989) ya que "permite considerar simultáneamente varios factores causales tales como dieta, diagénesis, antagonismo metabólico, edad y sexo" (pp.207), el requisito impuesto por

este análisis referente a que todos los individuos cuenten con todas las variables, ha limitado su uso en nuestro caso, dado que la existencia de algunas interferencias entre ciertos elementos traza, ha impedido su determinación en algunos individuos. Así, solo 19 individuos, casi el 50% de la muestra analizada, reunían los valores de todas las variables. Por esta razón se ha analizado estadísticamente la muestra desde dos perspectivas, una univariada y otra multivariada. El resultado de cada una de ellas y la comparación de sus conclusiones será presentado a continuación.

### 1) Análisis univariante

Para este análisis se asumieron las siguientes premisas:

— Que la muestra animal representa a especies en diferentes posiciones en el nexa trófico.

— Que las diferencias que existan entre la muestra humana y la muestra animal serán debidas a la diferencia en los productos que cada grupo consume.

— Que aquellos elementos que pueden aparecer en los sujetos como resultado del consumo de diversos tipos de alimentos, deberán ser analizados conjuntamente con elementos que están más directamente asociados a reducidos tipos de alimentos. Por ejemplo, el vanadio (V) es un elemento que puede aparecer en diversos productos tanto vegetales como animales, pero para poder determinar si la mayor contribución de este elemento en los huesos se produjo como consecuencia del consumo de carnes o vegetales, deberemos analizarlo en relación a un elemento tal como el Ba que se asocia a ecosistemas básicamente terrestres.

Tal como se dijo anteriormente, el Fe y el Mg no fueron utilizados en la reconstrucción de la dieta, el primero por haber sido un producto de la diagénesis y el segundo por haberse utilizado como un indicador de la integridad del hueso.

El análisis se basa exclusivamente en los resultados obtenidos de individuos adultos. Se establecieron relaciones entre cada uno de los elementos restantes, que serán presentadas a continuación. Los únicos elementos que lograron discriminar a los herbívoros del carnívoro fueron Sr, Ba y el V. Dada la correlación positiva que presentan estos elementos al ser combinados entre sí, y la concentración mayoritaria que exhiben en los herbívoros, es posible pensar que considerados en conjunto representan el consumo de productos vegetales. Sin embargo, tal como dijimos anteriormente, el Sr se asocia además al consumo de productos marinos. A fin de estimar la proporción de productos terrestres y marinos en la dieta de estos sujetos, se empleó el log Ba/Sr sugerido por BURTON y PRICE (1989). El problema del uso de esta técnica es que los datos proporcionados por es-

tos autores, sólo se refieren a poblaciones con una subsistencia marina y terrestre, esta última dividida a su vez en grupos que habitaron regiones desérticas (enriquecidas en Sr y por lo tanto con valores similares a poblaciones con subsistencia marina) y no-desérticas, y sin embargo no se refieren a grupos que pudieron depender de recursos básicamente estuarinos, es decir de agua dulce. Al margen de la proporción de recursos marinos o estuarinos, el logBa/Sr logra discriminar de manera efectiva a los herbívoros y al carnívoro, lo cual implica que la diferencia estriba en la ausencia de proteína de origen animal en la dieta de los herbívoros, sea ésta de origen marino o terrestre.

La mayoría de los individuos analizados exhiben valores del log Ba/Sr muy bajos cuando se les compara con poblaciones de subsistencia marina y muy altos cuando se les compara con poblaciones de subsistencia terrestre (-1.565 y 0.179 respectivamente; BURTON y PRICE 1989:550, tabla 1). Esto se ha verificado al incluir dos carnívoros marinos (delfín y cachalote) de época actual. Los valores intermedios que exhibe el grupo de Pico Ramos podrían deberse al consumo de especies estuarinas. Ahora bien, la baja cantidad de Sr y Ba en este grupo humano cuando se le compara al grupo herbívoro implica que, al margen del posible consumo de proteínas animales de tipo estuarino (dado el bajo logBa/Sr), tuvo que existir un consumo de proteína animal terrestre en la dieta.

Al comparar el V y el Sr (Figura 6) o el V y el Ba (Figura 7), se aprecia que los herbívoros son los que presentan las más altas concentraciones de esos elementos, lo cual implica que el V en esta muestra se asocia al consumo de materia vegetal. Los carnívoros, sean terrestres o marinos presentan niveles de V diferenciados de los herbívoros (Figuras 6 y 8). Por otra parte, al comparar el V con el log Ba/Sr (Figura 8) se aprecia una diferenciación en el consumo de plantas (en base al V) entre individuos que presentan valores semejantes del logBa/Sr dentro del gradiente terrestre-marino; en otras palabras, individuos que presentan un valor del log Ba/Sr de -0.8, y por tanto se hallan a mitad de camino entre el consumo de especies marinas y terrestres, pudieron consumir más o menos plantas. Esto quiere decir que la diferencia entre la cantidad de plantas que cada quien consumió no fue reemplazada por un mayor consumo de mariscos estuarinos o marinos, sino por proteína animal de otra índole (carne). La correlación positiva que se aprecia entre el Zn y el log Ba/Sr (Figura 9) una vez eliminados los animales y dos valores marginales, guarda un paralelismo con los resultados obtenidos en la comparación entre el V y el log Ba/Sr.

La ausencia de diferencias en las concentraciones de Zn que presentan los herbívoros y el carnívo-

ro, puede deberse a la composición de nuestra muestra. En efecto, el carnívoro (*Felis*) tiene un comportamiento de omnívoro y el omnívoro (*Sus*) se comporta como herbívoro, no sólo respecto al Zn sino también en relación a los demás elementos analizados (Figuras 11 y 13). Tal como mencionamos anteriormente, el Zn no parece ser tan sensible como el Sr para establecer diferencias claras entre herbívoros y carnívoros en la muestra arqueológica (comparar datos en REINGOLD et al. 1983:234, FRANCALACCI 1989:119-120 figs. 5 y 6) aunque los carnívoros marinos modernos presentan valores claramente diferenciados del resto. Por lo tanto, dado el reducido tamaño de nuestra muestra, no podemos determinar el rango de variación que existe entre los animales del grupo escogido. El Cu muestra niveles bastante homogéneos en la muestra analizada, tanto humana como de fauna y por lo tanto no permite discriminar entre distintos niveles tróficos (Figura 10). La falta de asociación directa entre Cu y proteína animal en el presente estudio, no ha podido ser aclarada.

## 2) Análisis multivariante

Este tipo de análisis tiene la ventaja de considerar las interrelaciones existentes entre los distintos elementos traza. Sin embargo, el hecho de que cada individuo requiera poseer todas las variables para ser incluido en el análisis, limita en gran medida su utilización en nuestro caso, ya que a existencia de algunas interferencias entre ciertos elementos traza, ha reducido la muestra de sujetos que poseen todos los datos a solamente 19. Este hecho, aconseja considerar este análisis como apoyo de los resultados anteriormente comentados; de esta forma, el análisis de componentes principales efectuado ha permitido clarificar algunas relaciones perfiladas en el análisis univariante.

Este análisis se ha efectuado mediante el paquete estadístico SPSS, en el que la opción FACTOR ha permitido extraer 7 factores a partir de la matriz de correlaciones, mediante una rotación de tipo varimax. Estos factores están ordenados en orden decreciente de importancia, medida en términos de la cantidad de varianza explicada por cada uno de ellos individualmente (eigenvalue). Sólo se han considerado aquellos con un "eigenvalue" superior a 1. Las variables incluidas en este análisis han sido las concentraciones de Zn, Mg, Cu, Ba, Fe, V y Sr. En la tabla 6 se presentan los "eigenvalue" para cada factor, así como el porcentaje de varianza explicada por cada uno.

Para la rotación se han considerado únicamente los tres primeros factores, que explican el 81.1 de la varianza de los variables. La matriz factorial rotada (Tabla 7) indica que el V, Fe y Sr son los elementos que presentan correlaciones mayores con el primer

Factor	Eigenvalue	%varianza	% acumulado
1	2.58192	36.9	36.9
2	2.04056	29.2	66.0
3	1.05521	15.1	81.1
4	0.45447	6.5	87.6
5	0.39691	5.7	93.3
6	0.27523	3.9	97.2
7	0.19570	2.8	100.0

Tabla 6. Porcentaje de varianza explicada por cada factor y varianza acumulada.

	Factor1	Factor2	Factor3	Comunalidad
Zn	-0.28557	0.68648	-0.57569	0.88423
Fe	0.82622	-0.21882	-0.02744	0.73128
Mg	0.01321	0.87481	0.11977	0.77981
V	0.89958	0.14627	-0.13233	0.84815
Cu	-0.33586	0.27929	0.84622	0.90690
Sr	0.79633	0.39062	-0.11089	0.79902
Ba	0.30890	0.77553	0.17733	0.72831

Tabla 7. Matriz factorial rotada, con los pesos de cada variable en los tres factores principales y la comunalidad de cada variable.

factor; el Mg, Ba y el Zn con el segundo y el Cu y el Zn (en menor medida) con el tercero.

Los altos valores que presentan el Sr y el V en el primer factor, indican que estos elementos se están comportando de manera semejante, en el sentido de que su acumulación en el hueso está relacionada con la ingesta de vegetales. El comportamiento del V confirma lo apuntado en el análisis univariante en cuanto a que su concentración en los huesos se produjo como consecuencia del consumo vegetales. Este resultado contrasta con el obtenido por BUIKSTRA et al. (1989) que encontraron una interacción entre el V, Zn y Cu, relacionada con el consumo de carne. La presencia del Fe en el primer factor se debería a razones diagenéticas, ya que se ha presentado como un contaminante en esta muestra; esto confirma los resultados de otros estudios (BUIKSTRA et al. 1989). En el segundo factor se hallan altos valores para el Ba, Mg y Zn. Cabría esperar una asociación entre el Ba y el Sr por ser ambos iones que reemplazan al Ca y además porque estos elementos sufren una reducción similar en la cadena trófica terrestre; la covariación del Ba y el Zn podría sugerir que las plantas y las proteínas de origen animal (marina, terrestre, estuarina) tuvieron una importancia semejante. Como ya se sugirió en los resultados anteriores, las proteínas de origen animal pudieron ser un complemento al consumo de vegetales en los sujetos de Pico Ramos. El tercer factor viene explicado fundamentalmente por el Cu, con un elevado coeficiente, presentando también el Zn en este factor una correlación menor y de signo negativo, que puede deberse a su antagonis-

mo con el Cu. Esta variación, prácticamente independiente del Cu, puede deberse a razones no relacionadas con la dieta, cuya naturaleza desconocemos. No obstante, el tamaño de la muestra impide considerar este resultado como concluyente.

En resumen, los resultados de los análisis de elementos traza apoyarían el consumo de una dieta variada tal como se formuló en la segunda hipótesis. Aunque faltan estudios al respecto, sugerimos que la explotación de recursos estuarinos es la que determina la presencia constante de valores bajos en el log Ba/Sr y a la vez sugerimos que si bien existió un consumo de especies marinas, éste tuvo que ser mucho menor que las estuarinas. El consumo de carne, aunque desconocemos su proveniencia (animales domésticos o salvajes) tuvo que ser constante. Asimismo se ha detectado el consumo de materia vegetal, posiblemente como complemento a lo anterior.

Este estudio no contempla las variaciones existentes en la muestra en cuanto a sexo, edad, y variaciones de otra índole (p.e. acceso diferencial a recursos por parte de ciertos individuos, variaciones temporales, etc.). Se han detectado por ejemplo diferencias en la concentración de estroncio en individuos femeninos durante el embarazo y la lactancia debido a alteraciones de la mucosa intestinal que no logran discriminar eficientemente el estroncio (BLAKELY 1989). Si bien todos esos factores son una fuerte limitación para la generalización de esta información a otros yacimientos de la misma época, sin embargo puede usarse en comparaciones con yacimientos de características semejantes y de la misma época.

## CONDICIONES VARIAS

### Huesos quemados

Sólo se han recuperado los restos correspondientes a al menos un individuo que presentan evidencias de haber sido alterados por un agente térmico. A continuación se describirán las piezas.

B4 1830. Clavícula derecha, adulta. Porción acromial. Ambas caras (superior e inferior) presentan una coloración blanco-grisácea con una concentración mayor de coloraciones oscuras sobre la cara superior. Esto indicaría la combustión de materia orgánica hasta llegar al hueso, el que consiguientemente sufrió alteraciones térmicas de intensidad suficiente como para calcinar la superficie.

s/n. Vértebra torácica. Porción posterior. Aunque mayormente recubierta por una pátina de tierra, se pueden apreciar coloraciones blanco-grisáceas tanto en su porción interior como exterior. A su vez se presentan ciertas fisuras a lo largo de la base de la apófisis espinosa. Se sugiere que hubo contacto con un

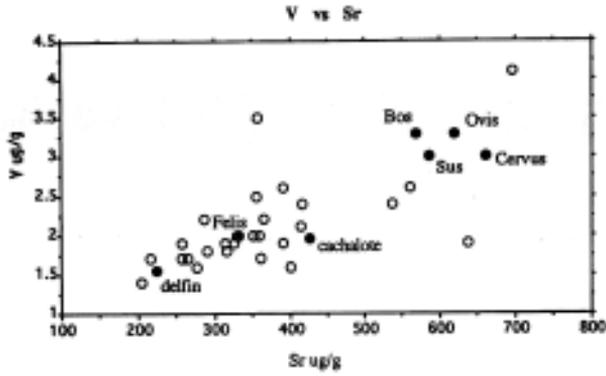


Figura 6. Valores del V en relación al Sr.

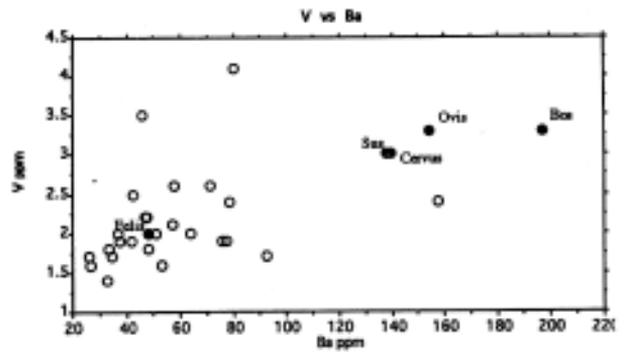


Figura 7. Valores del V en relación al Ba

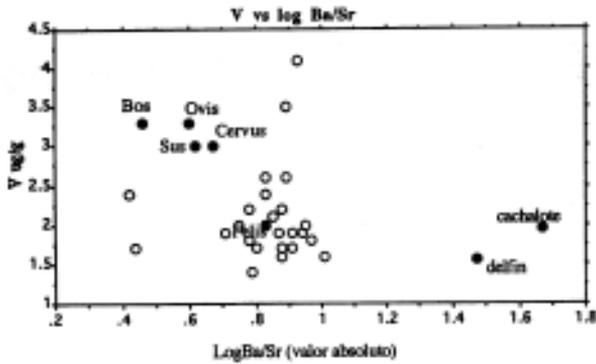


Figura 8. Valores del V en relación al LogBa/Sr

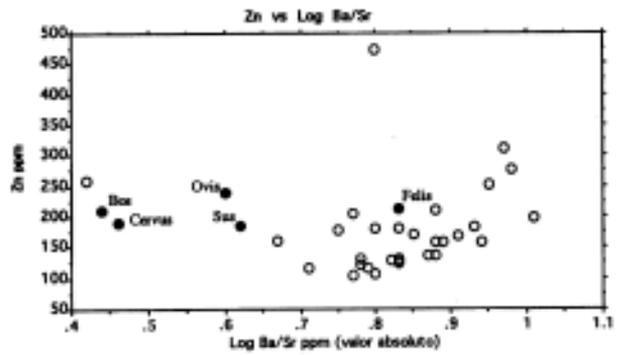


Figura 9. Valores del Zn en relación al LogBa/Sr.

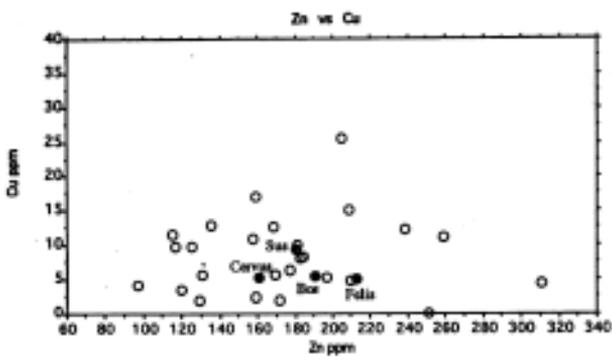


Figura 10. Valores del Cu en relación al Zn

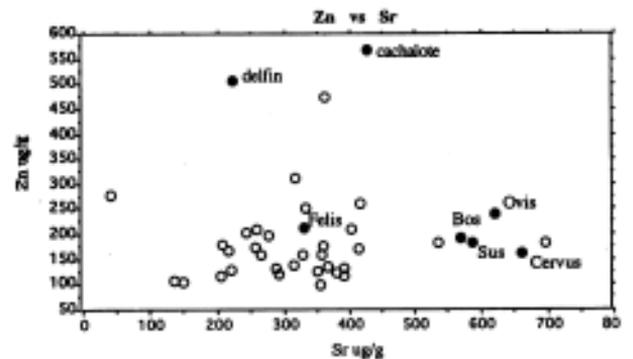


Figura 11. Valores del Zn en relación al Sr.

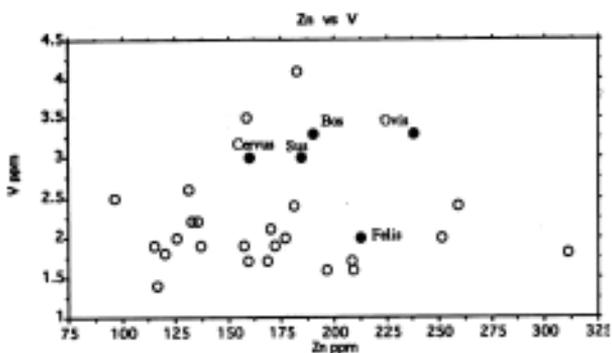


Figura 12. Valores del V en relación al Zn

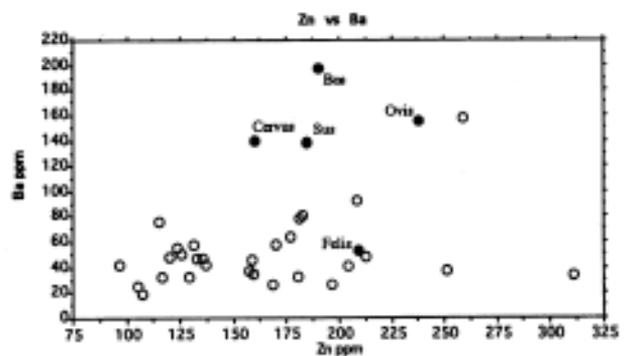


Figura 13. Valores del Ba en relación al Zn

Zn	Fe	Mg	V	Cu	Sr	Código	P	Ca	Ca/P	logBa/Sr	Ba	Código
107.4		346.6			134.2	6193	12.80	29.24	2.28	0.8	19.2	6193
129	37.6	469.6		1.9	220.6	2440	18.89	41.51	2.19	0.82	32.9	2440
105	119.7	331.5			147.4	B5/A5	17.08	38.13	2.23	0.77	25	B5/A5
132.3	281.5	594.1	2.2		287.5	9562				0.78	46.7	9562
116.6	71.2	466.6	1.4	9.8	204.7	11330	16.36	37.08	2.26	0.79	32.7	11330
115.2	581.3	520.5	1.9	11.5	391.8	9376	16.63	39.38	2.36	0.71	75.5	9376
176.9	287.7	531.4	2	6.4	360	5885	21.54	55.98	2.59	0.75	63.9	5885
120.1		497.3	1.8	3.4	291.3	B562	17.32	43.77	2.52	0.78	48	B562
123.3	285.2	517.7			379.5	9613	21.74	49.22	2.26	0.83	55.8	9613
136.6	88.5	690.9	1.9		315.1	6233	16.09	44.13	2.74	0.87	41.8	6233
125.5	71.2	568.7	2	9.9	351.5	9405	16.69	37.88	2.26	0.83	50.9	9405
208.7	118.4	669.7	1.7	15	257.9	6196	17.17	39.75	2.31	0.44	92.2	6196
157.5	301.3	573.9	1.9	10.9	327	10255	16.13	36.66	2.27	0.94	37.3	10255
159.4	27.8	612.4	1.7	17.1	265.9	7226	16.67	45.26	2.71	0.88	34.6	7226
		898.2	2.6	37.5	560.62	10979	30.53	78.18	2.56	0.89	71.25	10979
160.3	101.8		3	5.2	661.1	Cervus	16.22	48.96	3.01	0.67	139.5	Cervus
169.6	220.8	703.5	2.1	5.7	414.4	10933	17.26	45.40	2.63	0.85	57.3	10933
190.3	27.7	1288	3.3	5.5	568.7	Bos	15.44	41.78	2.70	0.46	197.1	Bos
212.3	55	807.1	2	5.1	329.3	Felis	13.51	33.66	2.49	0.83	48.1	Felis
180.8	53.6	827.7	2.4	10	535.9	469	19.84	52.55	2.64	0.83	78.5	469
238.2		1073.5	3.3	12.3	619.4	Ovis Capra	15.18	40.68	2.67	0.6	154.5	Ovis Capra
184.4	61.2	1058	3	8.2	585.9	Sus	15.87	42.87	2.70	0.62	137.7	Sus
	90.9	510.7	1.9	3.4	636.3	A4104	17.08	41.03	2.40	0.91	77.1	A4104
168.3	39.8	572.9	1.7	12.7	215.9	5417	16.63	41.25	2.48	0.91	26.2	5417
472.6	436.7	514.1	1.7	11.8	360.7	C16	19.02	46.64	2.45	0.80	56.3	C16
131	223.9	476.8	2.6	5.6	390.4	9493	20.86	51.37	2.46	0.83	57.7	9493
135.4	99.6	575.2	2.2	12.8	365.9	9405				0.88	47.3	9405
204.5		438.3		25.5	242.2	5441				0.77	40.4	5441
158.9	566.6	632.6	3.5	2.3	356.7	B417	18.42	45.31	2.45	0.89	45.9	B417
259.1	64.8	763.2	2.4	11.1	415.8	2355	24.95	61.90	2.48	0.42	157.4	2355
180	32.2	464		9.3	207.8	2373	19.86	49	2.46	0.80	32.9	2373
209.1	115.3	509.9	1.6	4.9	401.8	7394				0.88	52.9	7394
96.9	204.2	386.4	2.5	4.1	355.2	9751					42.3	9751
171.8	70.3	516.8	1.9	1.9	256.9	10718	16.50	41.49	2.51			10718
196.5	62.2	535.9	1.6	5.3	276.8	10049				1.01	27	10049
311	89.7	577.1	1.8	4.4	316.3	10395				0.97	33.7	10395
182.6	507.1	580.7	4.1	8	695.6	10079	18.60	47.40	2.54	0.93	80	10079
277.2	353.9	489.9		383.8	40.1	11006	15.3	38.41	2.51	0.98		11006
171.8	70.3	516.8	1.9	1.9	256.9	10718						10718
251.4	133.6	536.8	2		331.5	10822				0.95	37.1	10822
566.8			1.96		427.0	Cachalote	11.27	23.9	2.12	-1.67	9.1	Cachalote
506.0			1.56		223.4	Delfin	11.09	23.4	2.11	-1.47	7.5	Delfin

Tabla 8. Concentraciones de los elementos traza analizados en 35 individuos, en 5 restos de fauna recuperados en Pico Ramos y en 2 animales marinos modernos.

agente térmico cuando aun existían tejidos blandos y por extensión se calcinó el hueso. La tierra adherida a las facetas articulares impide apreciar si estas pudieron estar protegidas por la capsula articular en el momento del episodio térmico, y por lo tanto saber

si las alteraciones las sufrió la vértebra de manera aislada o como parte de de un miembro.

B4 1838. Omóplato derecho, adulto. Porción acromial y parte de cuerpo. Se presentan áreas de coloración gris oscura, blanco-grisácea y beige. La

parte del cuerpo presenta micro-fisuras. Se sugiere que la coloración oscura procede de la combustión de materia orgánica, pero su irregularidad y la alteración de áreas de tonalidades amarillentas sugiere que parte si no todo el tejido blando se encontraba en proceso de descomposición y que la fuente de calor tampoco afectó a toda la pieza por igual.

Si bien no se aprecian líneas de fractura original, se sugiere que la pieza debió de estar desarticulada en el momento del episodio térmico.

B6 2092. Cráneo. Fragmento de temporal con parte de sutura (temporo-occipital?). Adulto. Presenta una coloración violáceogrisácea-negra distribuida de manera mas o menos concéntrica sobre la cara interna del fragmento. No se ha podido detectar la superficie original de la cara externa del fragmento. Al parecer se trata de la combustión de materia orgánica (dura madre?), el hecho de que la superficie interna y la sutura se encuentren ennegrecidas implica que el cráneo tuvo que estar fragmentado al momento del episodio térmico.

B4 1838. Radio?. Fragmento de diáfisis, área proximal. Adulto. Aunque bastante erosionado se halla zonas ennegrecidas sobre un fondo blanco-tiza. Se sugiere tentativamente que podría deberse a la calcinación de la superficie sub-periosteal luego de la materia orgánica.

La cantidad de fragmentos inicialmente identificados es bastante pequeña y coincide con la información recopilada por ARMENDARIZ (1992), en la cual se señala que la cantidad de material alterado térmicamente en cuevas sepulcrales del País Vasco es bastante baja.

Sin embargo, hay que notar que la información proporcionada por ARMENDARIZ (1992:690-712) referida a este tipo de material, es bastante inespecífica ya que no se distingue entre las posibles alteraciones térmicas sufridas por el material (p.e. calcinación, combustión), el número mínimo de individuos afectados, el tipo de hueso afectado y su frecuencia, el nivel de articulación que presentaba la pieza al momento de ser expuesta al fuego o brasa, entre otras características.

## PALEOPATOLOGIA

Los casos patológicos han sido clasificados en los siguientes grupos: artropatías, entesopatías, trauma y condiciones varias.

### Artropatías

Dado el estado fragmentario del material, no se ha podido realizar observaciones exhaustivas y la discusión presentada a continuación se basa en los

únicos 5 casos moderadamente completos en los que se ha podido registrar esta condición. Los hallazgos se refieren a procesos de tipo degenerativo en la columna vertebral. Se ha observado la presencia de "picos de loro" u osteofitos en los bordes de cuerpos vertebrales dorsales y lumbares. Ninguno de los casos ha sido extremo ni ha sobrepasado los 7 mm de longitud. No se han detectado osteofitos ni alteraciones de las diartrosis de las facetas articulares inter-vertebrales. De igual manera se han detectado reacciones bastante moderadas de los planos articulares vertebrales tal como esclerosis sub-condral. Otro hallazgo frecuente ha sido la presencia de nodulos de Schmorl.

Escápula derecha, adulta (PRA 10938). Presenta un osteofito de dirección caudal sobre la cara anterior de la apófisis coracoide en el lugar de inserción del ligamento coraco-acromial (foto 4). Muy probablemente el osteofito se hallaba intruído en la bolsa serosa de la articulación escapulo-humeral. Al mismo tiempo la cavidad glenoidea presenta cierta exostosis marginal con una tendencia a la ampliación y alteración de los márgenes articulares. Al parecer se trata de un problema degenerativo exacerbado por el uso de la articulación escapulo-humeral. La presencia de un osteofito de dirección caudal y las alteraciones de la superficie articular de la cavidad glenoidea, sugieren la existencia de micro-traumas en el área de la articulación escapulo-humeral mas que la temprana calcificación de ligamentos, típicas en artropatías de etiología desconocida (P.e. DISH).

### Entesopatías

Húmero izquierdo, adulto (PRA 11298). (Foto 6). Las dimensiones de la extremidad distal son de gran tamaño al ser comparadas con el resto de los húmeros analizados. La inserción del músculo extensor carpiradialis ha creado una lámina de hueso extra sobre el epicóndilo. La fosa radial es bastante grande y profunda, lo que indica que tal desarrollo fue compartido por los huesos del antebrazo. Es posible que tal alteración se deba al uso y tracción de tal músculo desde una edad temprana. Como condición normal en la muestra analizada se observa que la inserción del supinador largo se presenta a manera de cresta.

### Trauma

Cúbito izquierdo, adulto (PRA 10094) (Foto 7 y 8). Fractura soldada en el tercio proximal de la diáfisis. Al parecer se trata de una fractura causada por el impacto de un artefacto contundente en trayectoria libre.

Cúbito, adulto (PRA 2681) (Foto 9). Tercio medio de diáfisis (sin lado), presenta superficie bastante irregular y engrosamiento de la diáfisis al parecer por

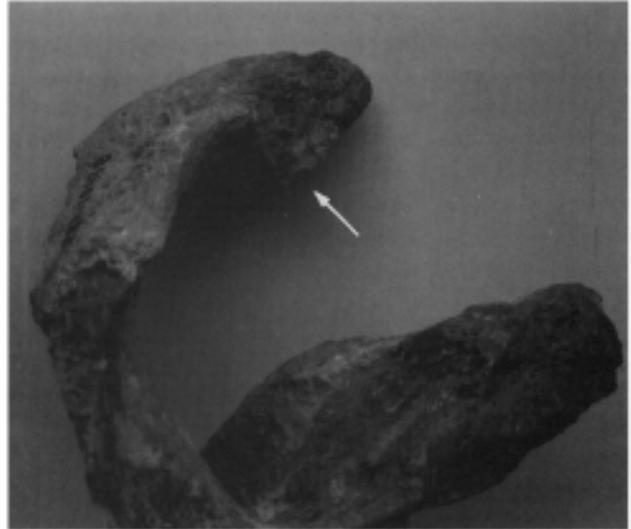
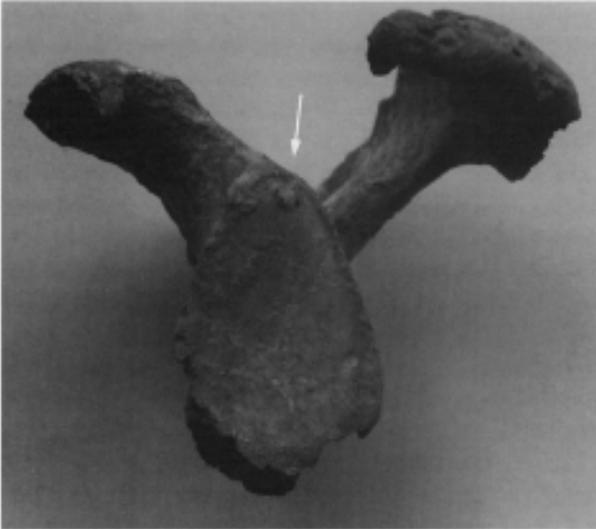


Foto 4. Escápula derecha de un adulto (PRA 10938). Alteración degenerativa de los márgenes articulares de la cavidad glenoidea y osteofito de dirección caudal en la cara anterior de la apófisis coracoides.

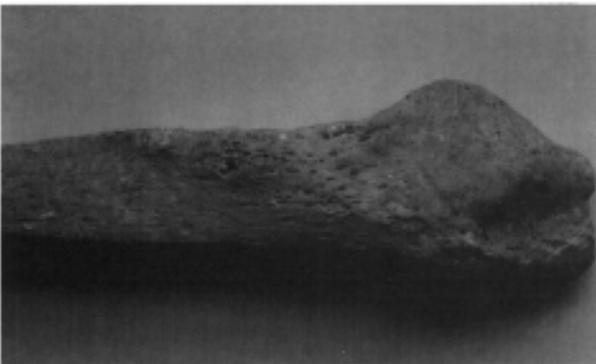


Foto 5. Peronés de sendos adultos (PRA.B7.6068 y PRA.B7.2784) con una marcada cresta (entesopatía) a la altura de la inserción de la membrana tibio-fibular.



Foto 6. Extremidad distal del húmero de un adulto (PRA 11298) con una marcada inserción del músculo supinador largo (a la izda. de la foto superior), comparada con uno normal. Ampliación de la sección epifisaria en visión superior (foto inferior).

un callo de fractura bien cicatrizado. Sobre una de las caras (medial o lateral) se aprecia un pequeño foco vascularizado; posiblemente se trata de un remanente de hueso fibroso en proceso de remodelación.

Cubito izquierdo, adulto (PRA 7263) (Foto 10 y 11). Tercio distal de la diáfisis incluyendo parte de la

epífisis. Se aprecia una fractura transversal a la diáfisis que no llegó a soldar. Como consecuencia se formó una pseudo-artrosis entre ambas partes de la diáfisis. Sobre el reborde anterior de la fractura se pro-

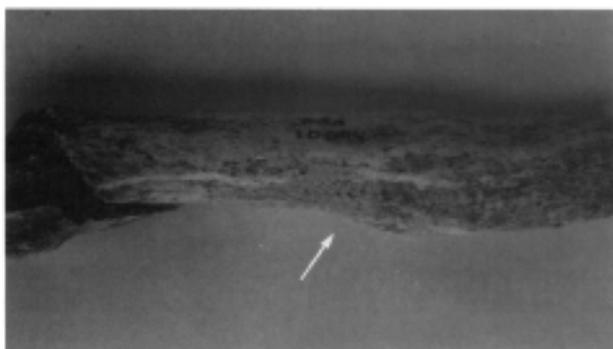


Foto 7. Cubito izquierdo de un adulto (PRA 10094). Fractura de "paro" en el tercio proximal de la diáfisis (visión lateral)

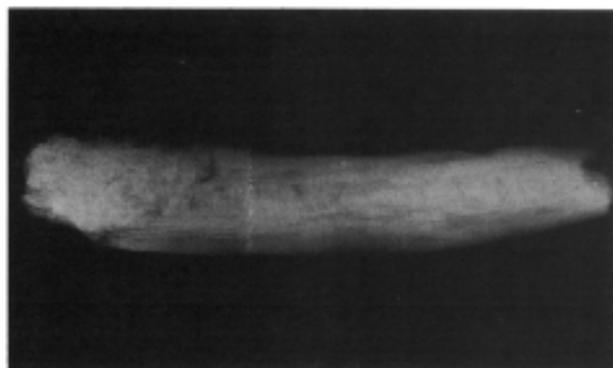
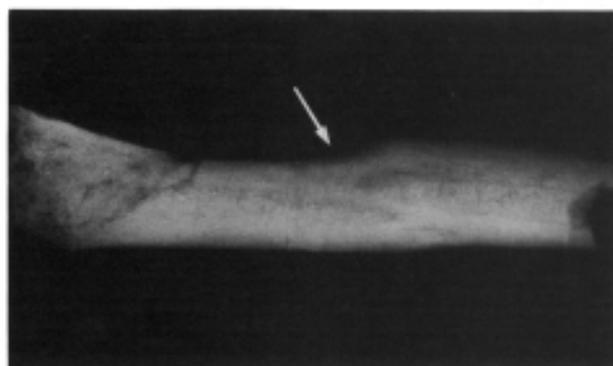


Foto 8. Radiografía de cubito izquierdo de un adulto (PRA 10094). Callo de fractura en el tercio proximal de la diáfisis: visión lateral (arriba) y anteroposterior (abajo).

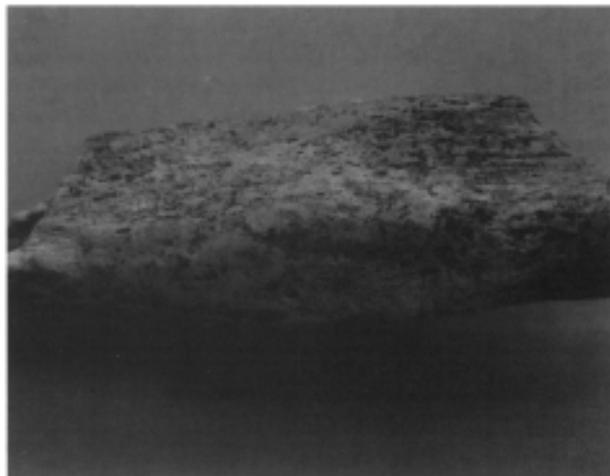


Foto 9. Cubito de un adulto (PRA 2681): Fractura de "paro" en el tercio medio de la diáfisis (visión anteroposterior). Radiografía de la fractura : visión lateral (abajo izquierda) y anteroposterior (abajo derecha)

yecta en sentido proximal, un fragmento de callo a manera de puente que no logró unir ambos fragmentos.

El tipo de fractura descrito en estos tres fragmentos de cubito, puede identificarse con la llamada fractura de "paro" o de Monteggia, causada por el

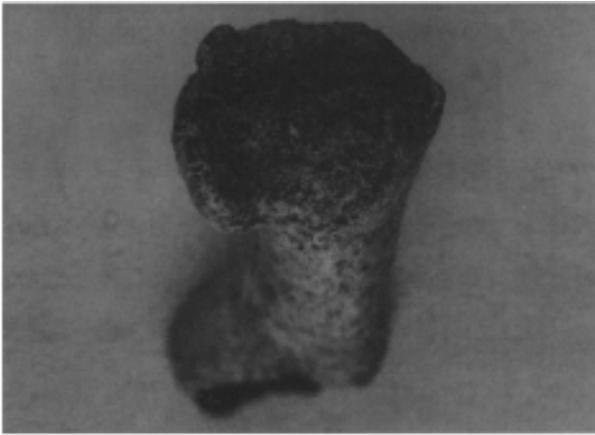


Foto 10 Cubito izquierdo de un adulto (PRA 7263) Seudo-artrosis entre ambas partes de la diáfisis tras fractura transversal (visión lateral, arriba). Segmento del callo formado para unir ambos extremos (visión superior, abajo).

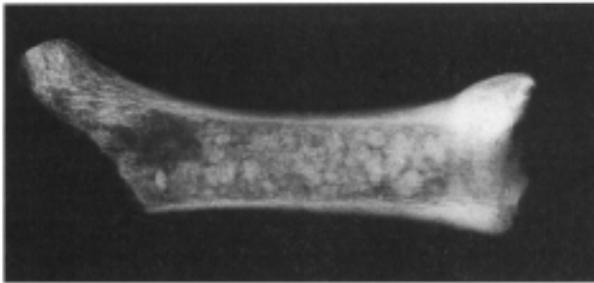


Foto 11. Rx del cubito izquierdo de un adulto (PRA 7263): fractura transversal de la diáfisis con un callo de fractura (seudo-artrosis) proyectado en sentido proximal sobre el reborde anterior. Vision lateral (arriba) y anteroposterior (abajo).

impacto de un artefacto contundente sobre el borde dorsal del antebrazo cuando éste es usado para detener el golpe. Tal tipo de lesión ha sido descrito en otros materiales prehistóricos del País Vasco (ETXEBERRIA y VEGAS 1988, Etxeberria 1990). Si bien la frecuencia de la fractura tiende a presentarse en el tercio medio de la diáfisis, la existencia en nuestro caso de un callo localizado en el tercio superior y otro en el tercio inferior, sólo indica la posición relativa entre el antebrazo del atacado y el agresor. El último caso presentado, en el que los dos segmentos no llegaron a soldarse, se debe a la magnitud del trauma, es decir al peso y velocidad del artefacto contundente que afectó de manera simultánea no sólo al cubito sino también al radio, impidiendo luego que por simple tracción se alinearan los segmentos fracturados del cubito.

Clavícula derecha, adulta (PRA 10303) (Fotos 12 y 12bis). Presenta fractura soldada sobre la mitad del cuerpo. La fusión de los extremos ha sido total aunque con cierta cabalgadura y rotación. Este tipo de fractura ocurre con mucho mayor frecuencia que las llamadas "de paro" y no es un indicador tan claro de situaciones de violencia interpersonal.

Costilla derecha, posiblemente 7<sup>o</sup>, 8 ó 9<sup>o</sup>, adulta (PRA 7141) (Foto 13). Cuerpo costal cercano al cuello. Presenta un cierto abultamiento sobre la cara interna del cuerpo, con la presencia de un foco lítico a manera de cloaca. La cara externa de la misma area presenta una discreta depresión oblicua a la longitud del cuerpo asociada a un área reactiva con hueso fibroso.

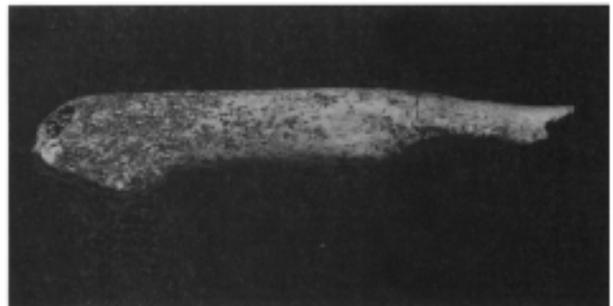
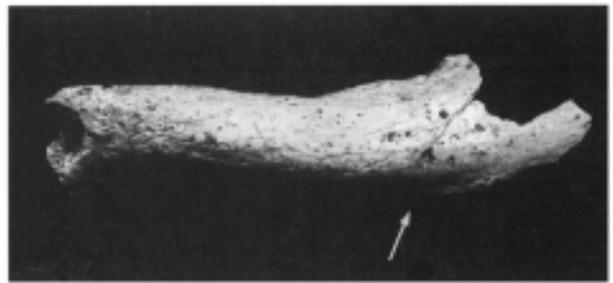


Foto 12. Clavícula derecha de un adulto (PRA 10303). Fractura soldada en mitad del cuerpo con cierta cabalgadura y rotación. Visión céfalo-caudal (arriba) y anteroposterior (abajo)

La radiografía permite apreciar que la "cloaca" se asocia a un área redondeada y bien delimitada de apariencia quística. Puede tratarse de la penetración bacteriana desde una herida que llegase a fisurar la cara externa de la costilla y la consiguiente respuesta inflamatoria. Dada la localización de la lesión —esto es, bajo la escápula y fuera de la protección de la masa muscular vertebral—, podría pensarse que pudo tratarse de un trauma infligido, mas que accidental. La muerte del individuo sobrevino durante el proceso de recuperación de la lesión.

### Condiciones patológicas varias

Peroné izquierdo y derecho (PRA.B7.6068 y PRA.B7.2784) (Foto 5). Adultos (ambos son de diferentes individuos). Presentan una marcada cresta a la altura de la inserción de la membrana tibio-fibular. El desarrollo de tal cresta pudo deberse a la fuerza ejercida por tal membrana en su intento de mantener la integridad de la articulación del tobillo, como respuesta a estímulos que demandaran una gran fuerza de la misma (P.e. desplazarse sobre un terreno agreste y accidentado).

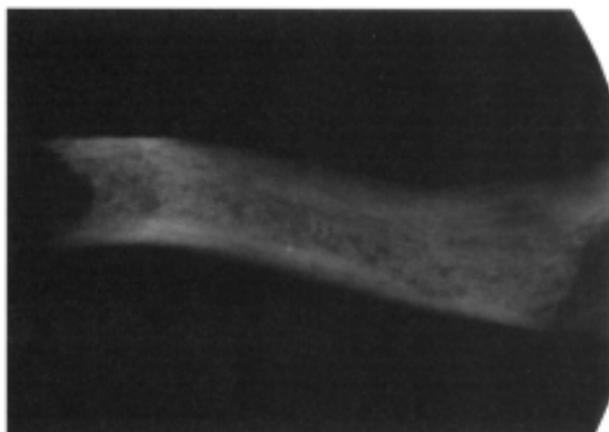


Foto 12 bis. Rx de clavícula derecha de un adulto (PRA 10303). Fractura soldada en mitad del cuerpo con cierta cabalgadura y rotación. Visión céfalo-caudal (arriba) y antero-posterior (abajo).

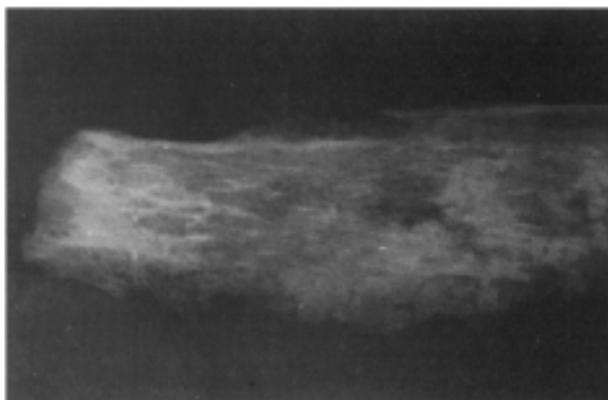


Foto 13. Costilla derecha de un adulto (PRA 7141): Foco lítico en cara interna del cuerpo con área reactiva de hueso fibroso en cara externa (arriba). Rx del mismo hueso (abajo)

Tibia derecha, diafisis adulta (C5 5708) (Foto 14). Proliferación de hueso fibroso localizado sobre la cara posterior del tercio inferior de la diafisis. Al parecer la lesión presentaba cierta actividad en el momento de la muerte. A falta de mayores elementos se podría suponer que es secundaria a trauma localizado, exacerbando el periostio.

Tibia s/l., diafisis adulta (11287) (Foto 14). Proliferación del hueso fibroso localizado sobre la cara lateral del tercio inferior de la diafisis. La lesión ha sido totalmente remodelada al hueso cortical. Exteriormente la superficie casi no presenta ninguna alteración, sin embargo una rotura permitió detectar la formación.

Malar derecho, adulto (PRA 9894). Proliferación localizada sobre la cara externa, especialmente bajo el agujero infra-orbital y en el área de inserción del musculo masetero. Puede asociarse a la remodelación constante del hueso.

Coxal s/l, adulto femenino (PRA B7 6195). Proliferación de hueso fibroso acompañada de cierta reabsorción alrededor del acetábulo. Podría asociarse a

la remodelación del rodete cotiloideo. Ciertas partes podrían haberse hallado activas y otras escleróticas en el momento de la muerte del individuo.

Tibia derecha, infantil II (PRA B7 6874). A través de una fractura de la epífisis proximal se aprecia una sucesión de al menos tres Líneas de Harris o líneas de detenimiento del crecimiento. Éstas son equidistantes entre sí y debieron haberse producido durante el último año de la vida del individuo (Foto 15).



Foto 14. Fragmentos de diáfisis tibiales de sendos adultos (PRA.C5.5708, superior; PRA 11287, inferior): proliferación de hueso fibroso.



Foto 15. Epífisis proximal de la tibia de un infantil II (PRA.B7.6874) donde se aprecian tres líneas de Harris

### Discusión de las patologías

El examen del material paleopatológico no ha permitido definir el patrón de morbilidad de este grupo humano sino más bien delinear ciertos patrones de conducta. En primer lugar, el hallazgo de fracturas de cubito, al parecer asociadas al impacto de un artefacto contundente sobre alguien que intentaba prote-

gerse la cabeza levantando el antebrazo, es buen indicador de la existencia de violencia inter-personal. Es posible que la lesión traumática detectada en una costilla, guarde también una cierta relación con episodios de violencia inter-personal. Desgraciadamente, dado que es imposible individualizar los restos, no podemos conocer el sexo de los individuos afectados; sólo podemos decir que son adultos.

La presencia de las fracturas de "paro" ha sido relacionada con la existencia de agresión inter-grupal al menos desde el periodo Neolítico (P.e. San Juan Ante Portam Latinam), la cual se habría generalizado durante el eneolítico (BOUVILLE 1982 y BOURDIER 1982 en ETXEBERRIA Y VEGAS 1988).

La existencia de entesopatías y problemas degenerativos varios, guarda relación con el hecho de que la gente enterrada en la cueva de Pico Ramos se enfrentó constantemente a un medio agreste y usó su cuerpo de manera intensa. Un indicador indirecto de esto podría ser la existencia de una fractura de clavícula, que suele producirse en situaciones accidentales, tales como caídas.

La existencia de Líneas de Harris en un individuo, pueden asociarse a la presencia de otros indicadores inespecíficos de estrés, tales como las hipoplasias de esmalte, discutidas previamente. Todos estos datos confirman el hecho de que estos indicadores constituyen buenos ejemplos de la adaptación a una fuente constante de perturbación fisiológica, probablemente proveniente de la lucha constante del ser humano por dominar un medio hostil.

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

Sólo menos del 50% de huesos largos (particularmente fémures y húmeros) están representados con respecto a los dientes. Este hecho puede ser explicado por el alto grado de fragmentación que sufrieron los cadáveres una vez que desaparecieron sus tejidos de cohesión. Una hipótesis alternativa se refiere a la remoción selectiva de partes óseas durante ciertos episodios del enterramiento y/o a la disposición de forma alterna de enterramientos primarios y secundarios en un mismo espacio. Estas características del material, justifican la utilización del canino mandibular izquierdo para la estimación del número mínimo de individuos (igual a 104).

Se ha elaborado un perfil demográfico en base a la dentición, dada la precaria conservación de los restos óseos humanos de Pico Ramos. Las limitaciones halladas, no permiten establecer la relación de sexos en esta muestra, ya que solamente en 16 casos se pudo hacer un diagnóstico certero. En cuanto a la distribución de edades, se describe la existencia de un sesgo evidente en la representación de los indivi-

duos infantiles, los cuales pudieron haber sido dispuestos en algún otro lugar.

Las hipoplasias del esmalte dentario son el indicador inespecífico de estrés registrado en esta muestra. El 54.4% de los individuos analizados presentaban al menos una línea de hipoplasia. Se ha calculado la máxima prevalencia de este defecto en el canino mandibular, a la edad de 3.5-4 años. Sin embargo, tal como se discutiera anteriormente, la relación directa entre la prevalencia de las hipoplasias con una práctica cultural tal como el destete, es difícil de aceptar basada exclusivamente en los datos del canino mandibular. A falta del análisis de otras piezas dentarias, estos picos de estrés podrían ser interpretados como el resultado compuesto de los efectos del destete y de afecciones múltiples, de difícil deducción.

Los datos dentarios registrados en esta muestra, permiten aseverar que las hipoplasias del esmalte son indicadores de respuestas adaptativas a procesos de perturbación fisiológica mas que una expresión de la morbilidad del grupo, dado que los individuos muertos entre los 3 y 4 años (época en que se produjeron los episodios de estrés en los supervivientes) no presentaron hipoplasias.

La aproximación al modo de subsistencia del grupo de Pico Ramos, se ha efectuado a través de la reconstrucción de la dieta, mediante el análisis químico de los huesos (Ca, P, Sr, Ba, Mg, Zn, Cu, Fe, y V). Algunos elementos fueron usados dada su relación con el consumo de determinadas materias alimenticias (Sr, Ba, Zn, Cu y V), y otros para estimar la integridad de la hidroxiapatita del hueso (Ca y P) y el grado de contaminación por materiales arcillosos (Fe). El grado de contaminación por procesos diagenéticos, fué evaluado mediante el análisis de difracción de rayos X y de láminas delgadas. El primero de estos análisis puso de manifiesto la existencia de picos mayoritarios de hidroxiapatita y de picos intensos de carbonato cálcico (calcita), compuesto identificado asimismo en la pared de la cueva. Aunque la estructura microscópica del hueso se hallaba intacta, el carbonato cálcico estaba adherido a la paredes de los canales haversianos y en las fisuras. Su penetración debió ocurrir en los momentos en que la lluvia disolvió parte de las paredes de la cueva, lo que creó una solución rica en iones carbonato.

A fin de detectar la contribución de iones ajenos al hueso durante el enterramiento, se procedió al análisis de soluciones de suelo. La ventaja de este análisis es la detección de los iones solubles en agua que pudieron penetrar en la red cristalina del hueso durante el tiempo de enterramiento. El Ca fue identificado como el principal ión contaminante. La abundancia de este catión en la solución del suelo impidió

que se produjera una contaminación sustancial mediante Sr, dado que este último tiene un radio iónico mayor que el del Ca e incluso que el del Fe, lo que impide por lo tanto su acceso directo a la red cristalina del hueso. La baja proporción de Mg detectada en el hueso se puede deber en gran parte, a la remoción de éste hacia el suelo debido a la alteración del pH del terreno producida por la descomposición de los cadáveres y del material orgánico que contuvo la cueva. Aunque se intentó la remoción selectiva del Ca contaminante en los huesos, mediante repetidos baños en un tampón a pH 4.5, ésta no se logró en todos los casos.

Tanto el análisis univariante como el multivariante han permitido detectar relaciones entre elementos y ciertos grupos alimenticios tales como los vegetales. A diferencia de otros estudios (p.e. BUIKSTRA et al. 1989), el V se halla relacionado principalmente al Sr y al Ba. El uso del logBa/Sr para la determinación de la proporción de recursos marinos o terrestres, parece válida, aunque este es uno de los pocos casos que conocemos en la bibliografía, en que la dieta pudo estar fuertemente influenciada por el consumo de especies estuarinas. Aunque faltan estudios al respecto, sugerimos que la explotación de recursos estuarinos es la que determina la presencia constante de valores bajos en el log Ba/Sr y a la vez, que si bien se dió un consumo de especies marinas, éste tuvo que ser mucho menor que las estuarinas. El consumo de carne, aunque desconocemos su proveniencia (animales domésticos o salvajes) tuvo que ser constante. Asimismo se ha detectado el consumo de materia vegetal, posiblemente como complemento a lo anterior.

Si bien no se ha logrado elaborar el perfil de morbilidad de este grupo humano dado lo fragmentario del material-, se ha podido registrar una serie de condiciones patológicas (P.e. entesopatías, problemas degenerativos, fracturas) que expresarían la relación constante del ser humano y su medio. Además, los indicadores inespecíficos de estrés registrados (hipoplasias del esmalte dentario, líneas de Harris) son un ejemplo de la adaptación de este grupo a una fuente constante de perturbación fisiológica, proveniente de un medio probablemente hostil. Hay que destacar la presencia de las fracturas de "paro" que han sido relacionadas con la existencia de agresión inter-grupal al menos desde el periodo Neolítico (P.e. San Juan Ante Portam Latinam; BOUVILLE 1982 y BOURDIER 1982 en ETXEBERRIA y VEGAS 1988). Además, la baja frecuencia de huesos alterados térmicamente en cuevas sepulcrales del País Vasco (ARMENDARIZ, 1992), ha sido también confirmada en el presente estudio, habiéndose hallado únicamente 5 huesos quemados en distintos grados.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a las numerosas personas que han colaborado en las diversas fases de elaboración de este trabajo. En la Facultad de Ciencias de la Universidad del País Vasco, diversos investigadores nos prestaron ayuda y asesoramiento para la realización de las determinaciones analíticas: las Dras. Rosa Alonso y Rosa Jimenez y asimismo Marta Fernández, del Departamento de Química Analítica, en el análisis de los elementos traza mediante ICP-AES; la Dra. Maribel Arriortúa y el Dr. Javier Elorza, ambos del Departamento de Mineralogía y Petrología, realizaron los análisis de difracción de rayos X y de lámina delgada respectivamente. En la Facultad de Medicina y Odontología, Dña. Itziar Abarrategi nos ha prestado una valiosa ayuda en la identificación y medida de las piezas dentarias y en la realización de las radiografías, además la Dra. Leonor Hennequet nos orientó en la identificación de algunas variantes anatómicas. El Dr. F. Etxeberria colaboró en contrastar alguna determinación patológica. Además queremos agradecer a Lydia Zapata el habernos confiado el estudio de estos materiales así como su ayuda desde el punto de vista arqueológico. Un especial agradecimiento a Txema Salgado por su eficaz colaboración durante todo el desarrollo del trabajo.

\* Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación UPV 171.310-EA050/94.

## BIBLIOGRAFIA

- ARMENDARIZ, A.  
1992 *Las cuevas sepulcrales del País Vasco: del Neolítico a la Romanización*. Tesis doctoral, U.P.V./ E.H.U (inédita).
- BLAKELY, R.L.  
1989 Bone Strontium in pregnant and lactating females from archaeological samples. *Am. J. Phys. Anthropol.* 80, 173-185.
- BROTHWELL, D.R.  
1981 *Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains*. BMNH, Oxford University Press. Third Ed., 208 pp.
- BUIKSTRA, J.E., FRANKENBERG, S., LAMBERT, J.B & LI-ANG XUE.  
1989 Multiple elements: Multiple expectations. En: *The Chemistry of Prehistoric Bone*. T.D. Price, Ed. 155-210. Cambridge University Press.
- BURTON, J.H. & PRICE, T.D.  
1990 The ratio of Barium to Strontium as a paleodietary indicator of consumption of marine resources. *J. Arch. Sci.* 17, 547-557.
- ETXEBERRIA, F. & VEGAS, J.I.  
1988 ¿Agresividad social o guerra? durante el neo-eneolítico en la cuenca media del Valle del Ebro, a propósito de San Juan Ante Portam Latinam (Rioja, Alavesa). *Munibe (Antropología-Arqueología) Sup.6*, 105-112.
- ETXEBERRIA, F.  
1990 Los estudios de paleopatología en el País Vasco. *Munibe (Antropología-Arqueología)* 42, 221-227.
- FRANCALACCI, P.  
1987 Dietary reconstruction at Arene Candide Cave (Liguria, Italy) by means of trace element analysis. *J. Arch. Sci.* 16, 109-124.
- GOODMAN A.H. & ROSE, J.C.  
1990 Assessment of systematic physiological perturbations from dental enamel hypoplasias and associated histological structures. *Yearb. of Phys. Anthropol.* 33, 59-110.
- GOODMAN, A.H. & ARMELAGOS, G.J.  
1985 Factors affecting the distribution of enamel hypoplasias within the human permanent dentition. *Am. J. Phys. Anthropol.* 68, 479-493.
- KROGMAN, W.M. & ISÇAN, M.Y.  
1986 *The Human skeleton in forensic medicine*. Charles Thomas Publisher, Second Ed., 551 pp.
- KYLE, J.H.  
1986 Effect of post-burial contamination on the concentrations of major and minor elements in human bone and teeth. The implications for palaeodietary research. *J. Arch. Sci.* 13, 403-416.
- LANPHEAR, K.M.  
1990 Frequency and distribution of enamel hypoplasia in a historic skeletal sample. *Am. J. Phys. Anthropol.* 81, 35-43.
- MAYHALL, J.T.  
1992 Techniques for the study of dental morphology. En: *Skeletal biology of past people*. S.R. Saunders y M.A. Katzenberg Eds. Wiley-Liss, 59-78.
- PATE, D. F, HUTTON, J.T. & NORRISH, K.  
1989 Ionic exchange between soil solution and bone: toward a predictive model. *Applied Geochemistry*, 4, 303-316.
- PRICE, T.D., BLITZ, J., BURTON, J. & EZZO, J.A.  
1992 Diagenesis in prehistoric bone: problems and solutions. *J. Arch. Sci.*, 19, 513-529.
- REINGOLD, A.L., HUES, S. & COHEN, M.N.  
1983 Strontium and Zinc content of bones as an indication of diet. An undergraduate project in qualitative analysis with interdisciplinary interest. *J. Chem. Educ.* 60, 233-234.
- RUNIA, L.T.  
1987 Analysis of bone from the Bronze Age site Bovenkarspel-Het Valkje, The Netherlands: a preliminary report. *Archaeometry* 29, 2, 221-232.
- SCHROEDER, H.A., TIPTON, I.H. & NASON, A.P.  
1972 Trace metals in man: Strontium and Barium. *J. Chron. Diseases.* 25, 491-517.

SILLEN, A.

- 1986 Biogenic and diagenetic Sr/Ca in Plio-Pleistocene fossils of the Omo Shungura Formation. *Paleobiol.*, 12 (3): 311-323.

SKINNER, M. & GOODMAN, A.H.

- 1992 Anthropological uses of developmental defects of enamel. En: *Skeletal Biology of fast People. Research Methods*. S.R. Saunders & M.A. Katzemberg. Ed. 153-174. Wiley-Liss.

SUBIRA, M.E. & MALGOSA, A.

- 1992 Multi-element analysis for dietary reconstruction at a Balearic Iron Age site. *Int. J. of Osteoarchaeology* 2, 199-204.

SPUZNAR C.B, LAMBERT, J.B., BUIKSTRA, J.E.

- 1978 Analysis of excavated bone by atomic absorption. *Am. J. Phys. Anthropol.* 48, 199-202.

UBELAKER, D.H.

- 1989 *Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation*. Aldine Publishing Company, Chicago, 115 pp.

UNDERWOOD, E.J.

- 1977 *Trace elements in human and animal nutrition*. Fourth edition. Academic Press.

ZAPATA, L.

- 1991 Cueva sepulcral de Pico Ramos (Muskiz). *Arkeoikuska*, 141-144. Ed. Centro de Patrimonio Cultural Vasco. Dep. de Cultura. Gobierno Vasco.

WEIDERT, J.M.

- 1990 *Elemental analysis of bone for ancient diet reconstruction*. Tesis doctoral, Northwestern University (inédita). U.M.I., Ann Arbor.

WORKSHOP OF EUROPEAN ANTHROPOLOGISTS

- 1980 Recommendations for age and sex diagnosis of skeletons. *J. Hum. Evol.* 9, 517-549.