

ALTERNATIVAS PARA EL ANÁLISIS DE MICRODESGASTE DEL ESMALTE DENTAL EN MUESTRAS HUMANAS: PERSPECTIVAS PARA EL ESTUDIO DE PATRONES PALEODIETARIOS

ALTERNATIVES FOR MICROWEAR TOOTH ENAMEL ANALYSIS IN HUMAN SAMPLES: PERSPECTIVES FOR THE STUDY OF PALEODIETARY PATTERNS

Leandro Gabriel KOCH y Florencia GORDON

Unidades de Investigación Anexo Museo. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN.

En este trabajo se presentan dos alternativas metodológicas para el análisis de microdesgaste del esmalte dental en muestras humanas para el estudio de patrones paleodietarios. En el marco de las investigaciones que actualmente se están llevando a cabo en el NO de la Patagonia se discuten ventajas y desventajas de cada una y se fundamenta la elección de una de ellas. Se presentan los avances realizados hasta el momento y solo de manera exploratoria se muestran los resultados de la aplicación del análisis en tres réplicas de piezas dentales procedentes del sitio Pampa Grande (NOA) (n=1), del valle del río Chubut (centro-este de Patagonia) (n=1) y del sitio Aquihuecó (noroeste de Patagonia) (n=1). Si bien los resultados se vinculan fundamentalmente con el entrenamiento de la técnica algunos patrones dietarios se ajustan a lo esperado mientras que otros no. En este sentido, se discuten posibles explicaciones dejando establecidas las bases para futuros trabajos.

Palabras claves: microdesgaste del esmalte dental, metodología de análisis, abrasividad, muestras humanas, Noroeste de Patagonia.

ABSTRACT.

In this work two methodological alternatives for microwear tooth enamel analysis for studying paleodietaries patterns in human samples are presented. In the frame of the researches currently being carried out in NW Patagonia advantages and disadvantages of each are discussed and the choice of one of them is justified. The progress made are presented and only in an exploratory way the results of the application of the analysis in three replicas are shown: Pampa Grande site (Northwestern Argentine) (n=1), the valley of the Chubut River (Centre-Eastern Patagonia) (n=1), and Aquihuecó site (n=1) (Northwestern Patagonia). Although the results were mainly linked to the technique training, some dietary patterns were adjusted to the expectations while others do not. In this sense, possible explanations are discussed leaving established the basis for future works.

Keywords: Microwear tooth enamel, methodology of analysis, abrasiveness, human samples, Northwestern Patagonia.

Recibido 30 de Junio, 2016 - Aceptado 01 de Noviembre, 2016

* Correspondencia de autor: Florencia Gordón, Laboratorios del Edificio Anexo, Museo de La Plata (calle 122 y 60), fgordon2007@gmail.com Tel.: (0221) 422-8451 int. 134.

INTRODUCCIÓN

El análisis del microdesgaste del esmalte dental cuenta con una importante trayectoria. Los primeros trabajos fueron de naturaleza cualitativa y se basaron en las descripciones de las líneas de desgaste o estrías (scratches) a partir de observaciones con microscopio óptico (1, 2). Dahlberg y Kinzey (1962) (3) contemplaron la posibilidad de documentar distintos tipos de dieta sobre la base de la cantidad diferencial de estrías. Unos años más tarde un hecho relevante que implicó un cambio metodológico fue el uso de la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), dado que permitió lograr una mejor resolución y profundidad en los análisis (4-11). Esto dio lugar a una cuantificación más precisa de la información midiendo la longitud y el ancho de las estrías. Asimismo, no solo se describieron elementos lineales (i.e. estrías) sino que se sumó el relevamiento de elementos no lineales (i.e. agujeros o pits). Asimismo, junto con el uso del MEB se incorporaron para este momento instrumentos digitales de medición (12-17). En los últimos años esta técnica comenzó a insertarse en proyectos con objetivos paleoecológicos para lo cual se muestreó una gran cantidad de piezas de diversos mamíferos con dieta conocida de colecciones de museos para establecer correlaciones entre ciertas dietas o elementos abrasivos y patrones de microdesgaste (18, 19). Asimismo, a partir de la aplicación de esta técnica a restos de homínidos se obtuvo un gran cúmulo de información paleoantropológica, incluyendo especies de los géneros *Australopithecus* y *Homo* (11, 15, 20, 21, 22). Una aplicación particularmente relevante a los fines de este trabajo es la que se vincula al estudio de la transición de sistemas basados en la caza-recolección a aquellos basados en la producción de alimentos ya que el patrón

de microdesgaste es diferencial (23, 24, 25, 26).

Si bien el análisis del microdesgaste fue ampliamente aplicado durante los últimos 60 años, en nuestro país no tuvo el mismo impacto con la excepción de casos puntuales. Sin embargo, se tomaron muestras locales para ser incorporadas a bases de datos mayores sin ser éstas el foco de los estudios (27, 28, 29). Una excepción la constituye la tesis de maestría de Osvaldo Mendonça (1993) (30) en la cual a través de la técnica del análisis del microdesgaste del esmalte dental se compararon poblaciones de Patagonia con poblaciones de la Puna y de Quebrada de Humahuaca. El autor identificó patrones diferenciales para cazadores-recolectores y pastores-agricultores. Entre los primeros, encontró que las relaciones entre los micro-rastros son consistente con dietas dominadas por elementos de moderado poder abrasivo, mientras que entre los grupos del NOA los resultados sugieren un consumo de alimentos de cocción incompleta y la masticación frecuente de granos y semillas.

Durante la última década, se incrementaron los trabajos bioantropológicos y bioarqueológicos en el Noroeste de la Patagonia argentina en el marco de diversos proyectos de investigación cuyo principal objetivo fue conocer la dinámica evolutiva de las poblaciones humanas que habitaron el área desde su poblamiento hasta momentos de contacto hispano-indígena (31-40). En este contexto, un tema de particular relevancia es conocer cómo variaron las relaciones de los grupos con el ambiente a partir del estudio de los patrones dietarios. Actualmente, la aproximación a este tema se está desarrollando a través de diversas líneas de evidencia, entre ellas el análisis de patologías orales (i.e. caries y macrodesgaste de la corona dental), análisis de isótopos estables en restos humanos y ecología

isotópica, estudio de restos zooarqueológicos, tecnológicos y arqueobotánicos (36, 38, 39, 41, 42, 43).

Dentro de este esquema de investigación, el análisis del microdesgaste del esmalte dental, una línea que no ha sido explorada en el área de interés, brindará información complementaria e independiente a cerca de la variación en la dureza y abrasividad de la dieta. Una particularidad de esta línea es la escala temporal en la que opera dado que puede reflejar las características de la dieta ingerida desde los últimos años hasta los últimos días de vida del individuo. La tasa de remodelación del patrón de microdesgaste (turnover) es más rápida en la superficie oclusal (i.e. semanas, días) (7, 44, 45) que en las vestibulares. En las últimas el efecto es acumulativo y la tasa de recambio abarca un período más amplio (46, 47, 48). Estudios de largo plazo (5 años) demostraron que el patrón de microestrificación vestibular no se modifica en semanas sino en "años", aún induciendo el consumo de dietas abrasivas (49). Ambos análisis no son excluyentes sino complementarios (50).

El objetivo de esta contribución es presentar una breve revisión de dos alternativas metodológicas para el análisis del microdesgaste del esmalte dental y fundamentar la elección de una de ellas sobre la base de las ventajas y desventajas encontradas en cada una en función de la naturaleza de nuestro caso de estudio y el equipamiento disponible. Asimismo, se expondrán los alcances y las limitaciones como así también los avances y las dificultades experimentadas. Cabe mencionar que los resultados del análisis del microdesgaste aquí presentados son ilustrativos y no tienen en esta primera instancia el potencial suficiente para ser interpretados en términos de paleodietas.

MATERIALES Y METODOS

Hasta el momento se replicaron 5 piezas dentales de individuos del Noroeste Argentino (colección Pampa Grande) y 5 piezas de individuos de Patagonia centro-este (valle del río Chubut) (Fig. 1). Estas muestras forman parte de las colecciones del Museo de La Plata. El objetivo de haber replicado estos elementos fue obtener un marco de referencia del continuum del grado de abrasividad de la dietas encontrándose en un extremo grupos con un porcentaje significativo de consumo de vegetales (i.e. Pampa Grande) y en el otro, grupos con elevados porcentajes de consumo de animales (i.e. valle del río Chubut). En el primer caso, el sitio Pampa Grande ha sido ubicado cronológicamente durante el período Formativo Superior entre 500-600 años D.C. (51) y en términos de subsistencia se lo ha caracterizado como, fundamentalmente, hortícola (52). Los individuos de la región centro-este de Patagonia proceden del valle inferior del río Chubut y corresponden a la recolección conformada por Santiago Pozzi en 1893 (53). Cronológicamente, se ubica en el Holoceno tardío (54) y a partir de diversas líneas de evidencia, la subsistencia habría estado basada sobre la caza del guanaco y complementada por mamíferos de menor tamaño, aves y vegetales silvestres (55).

Asimismo, se obtuvieron 130 moldes negativos de individuos procedentes del área de interés (Provincia del Neuquén) aunque hasta el momento sólo se realizaron 5 réplicas o moldes positivos. Los individuos de Neuquén se encuentran en la Secretaría de Cultura, Juventud y Deporte de la Provincia del Neuquén. El caso seleccionado para el análisis procede del sitio Aquihucó (4200 - 3650 años AP). Este sitio se emplaza en un médano sobre la margen izquierda del río Curi Leuvú en el Departamento Chos Malal (Fig. 1) (33, 35,

37). Aquihuecó ha sido definido como un área persistente de entierro (34) en el cual algunos individuos se hallaron asociados a instrumentos de molienda con macro-restos de vegetales (e.g. *Prosopis* sp.). Esto fue interpretado como reflejo de un consumo temprano de vegetales en estas poblaciones (36). Teniendo en cuenta el elevado grado de macrodesgaste de la corona dental que exhiben los individuos de Aquihuecó, en contraposición a aquellos con cronologías menores a los 2.000 años AP (38), no es claro el papel que habrían desempeñado los vegetales en la dinámica evolutiva de estas poblaciones.

Sobre la base de la información disponible, se ha sugerido que la subsistencia de los grupos del NO de Patagonia se habría caracterizado por la caza-recolección de una gran variedad de recursos terrestres (56-61). En este sentido, se espera que el patrón de microestriación del individuo de Aquihuecó se asemeje al del individuo del valle del río Chubut.

Los estudios se enmarcaron dentro de las normas éticas profesionales sugeridas por la Asociación de Antropología Biológica Argentina ( tica del Estudio de Restos Humanos" Salta, 2007) y siguiendo los lineamientos del Código de Deontología del ICOM. Asimismo, se tom o como marco legal la Ley Nacional N  25.743 de "Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico" y la Ley Provincial N  2.184 de "Protección del Patrimonio Arqueológico, Paleontológico e Histórico del Neuquén".

Obtención de réplicas de piezas dentales

Para este trabajo se seleccion o una muestra de primeros molares superiores izquierdos. Sin embargo, si esta pieza no está disponible o las condiciones de preservación del esmalte son inadecuadas se sugiere la selección del mismo elemento del lado derecho, seguido del segundo molar superior izquierdo y derecho. Si sólo se cuenta con las piezas inferiores también pueden ser seleccionadas pero se busca trabajar con la misma pieza en todos los individuos con el fin de garantizar la comparabilidad de los resultados dado que el patrón de microdesgaste, particularmente en las superficies vestibulares es acumulativo (29, 62).

La limpieza de los molares se inició con un cepillo de dientes en seco, luego se limpi  la superficie con un hisopo embebido en alcohol 96  y se dejó secar a temperatura ambiente. Finalmente, se realizó el negativo del molar con silicona por adición. En este caso se utilizó la silicona fluida (light body) de la firma Elite y se manipul  mediante el uso de una pistola mezcladora de la marca Zhermack (Fig. 2). El molde de silicona se seca en pocos minutos y se retira fácilmente sin dejar ningún resto adherido a la pieza original. De aquí en adelante ya no se manipula el molar, por lo tanto se trata

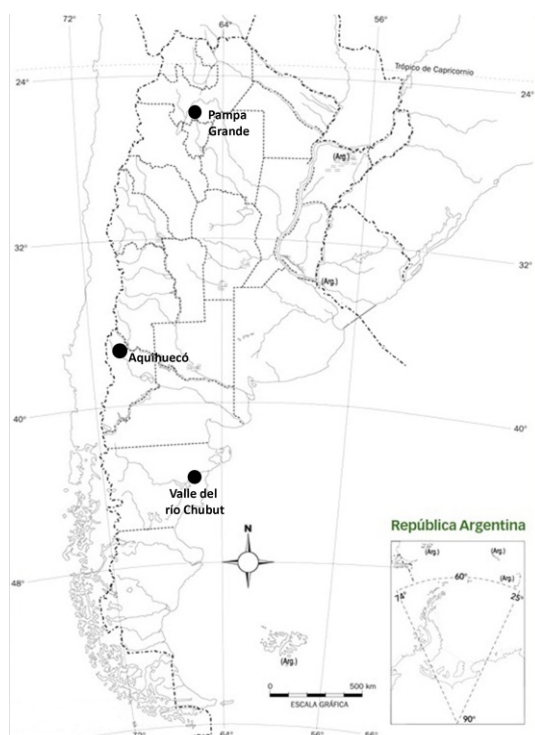


Figura 1. Procedencia de las muestras analizadas.

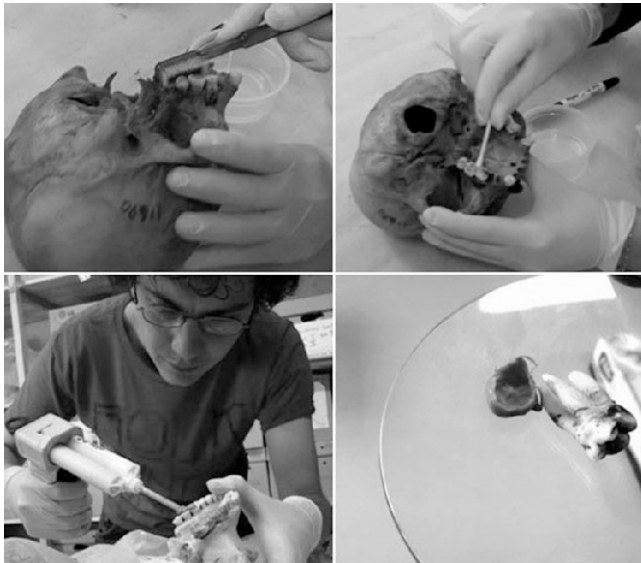


Figura 2. Limpieza de molares y realización de moldes negativos

de una técnica no invasiva y que promueve la conservación dado que reproduce fielmente las superficies (63). A partir del molde negativo se realizó el positivo (o réplica) con resina epoxídica transparente, en este caso se utilizó resina EPO-150 + endurecedor K-151 en una relación 1:4. Al igual que el negativo, éste también se seca a temperatura ambiente y tarda entre 3-5 días, dependiendo de las condiciones ambientales.

Alternativas para el análisis de las réplicas

Una vez obtenidas las réplicas existen distintas propuestas para su análisis. A partir de la década de 1990 los trabajos de Peter Ungar (Universidad de Arkansas) fueron de gran relevancia para el desarrollo de esta línea dado que a través de diversos software se consolidó la estandarización de la técnica y por lo tanto de los datos obtenidos (64, 65). En el marco de esta metodología se analizan las superficies oclusales a 50x mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). El proceso de masticación genera facetas de contacto interdental por atrición. Butler (1952) (1) observó la distribución homogénea de estas facetas entre los

mamíferos proponiendo un sistema numérico para su identificación. La faceta 9 está especialmente implicada en los procesos de compresión y desplazamiento del alimento durante la masticación por lo cual se sugiere que el análisis sea realizado sobre ésta faceta en los molares 1 y 2 (49). Para el análisis de las imágenes de las réplicas, y derivados de la propuesta de Ungar, se desarrollaron diversos software. El programa Microware clasifica los microrastros en estrías o agujeros a partir de la relación longitud/ancho. Más recientemente, algunos programas (Toothfrax 1.0 Beta 1.6 y Sfrac v0.3b731) analizan la textura de la superficie en 3 dimensiones midiendo la anisotropía y considerando conceptos de la teoría de fractales a través del uso de microscopio confocal (66).

La propuesta metodológica de P. Ungar permite conocer de manera detallada las características de la dieta consumida por los individuos durante las últimas semanas de vida dado que se analizan las superficies oclusales; asimismo, está ampliamente desarrollada y estandarizada para primates no humanos. Sin embargo, para grupos humanos, particularmente para cazadores-recolectores, presenta algunas limitaciones. En principio, en molares con elevado grado de desgaste, una situación común en el área de estudio, no es fácil ubicar las facetas sobre las que se propone realizar el estudio con esmalte en buen estado de conservación. Asimismo, si la presencia de agujeros es muy elevada se suelen superponer borrando estrías y dificultando la determinación sobre cuál es la longitud y cuál es el ancho. Por otro lado, se trata de un método costoso tanto en tiempo como en recursos económicos dado que requiere necesariamente de la disponibilidad de MEB.

Una metodología alternativa para el análisis de las réplicas es la desarrollada por el equipo de Alejandro

Martínez Pérez-Pérez (Universidad de Barcelona). A diferencia de la propuesta anterior, los investigadores analizan las superficies vestibulares a 10x con MEB. En este caso se relevan únicamente estrías dado que en las superficies vestibulares no aparecen agujeros producto de la masticación. Como se mencionó, las muestras que proceden del área de interés (NO de Patagonia) se caracterizan por un elevado grado de desgaste de la superficie oclusal de la corona, como surge no sólo de trabajos previos (38) sino de las observaciones directas asistemáticas al momento de la realización de los negativos. En este sentido, el análisis de superficies vestibulares representa una ventaja ya que las muestras a estudiar pueden ser más numerosas. Asimismo, cuando los grupos pueden ingerir distinto tipo de alimento a lo largo del año (i.e. estacionalidad) los resultados que provengan únicamente de la superficie oclusal podrían ser sesgados.

En el marco de esta segunda alternativa, las variables que se registran son frecuencia, longitud y orientación (0-180°) de las estrías en un área de 0,56 mm² correspondiente al tercio medial de la corona, aproximadamente a 3 mm de la unión cemento-esmalte. Si bien la orientación se mide como una variable continua las estrías se clasifican en cuatro categorías discretas: horizontales (H) (0-22,5° y 157,5-180°), mesio-oclusales a disto-cervicales (MD) (22,5° - 67,5° en piezas inferiores derechas y superiores izquierdas y 112,5° - 157,5° en piezas inferiores izquierdas y superiores derechas), verticales (V) (67,5° - 112,5°) y disto-oclusales a medio cervicales (DM) (22,5° - 67,5° en el caso de piezas inferiores izquierdas y superiores derechas y 112,5° - 157,5° en piezas inferiores derechas y superiores izquierdas) (Fig.3). De este registro se derivan 15 variables: N estrías, longitud

promedio y desvío estándar para cada una de las categorías y para el total. Asimismo, describen tres índices que relacionan la cantidad de estrías (N) verticales (V) y horizontales (H) y la relación con la cantidad total (T) (NH/NV, NH/NT, NV/NT) (67, 68, 69). El patrón de microestriación sobre las imágenes es analizado con el programa SigmaScan Pro 5.0, SPSS (70, 71) o ImageJ, este último de distribución gratuita lo cual representa una ventaja metodológica.

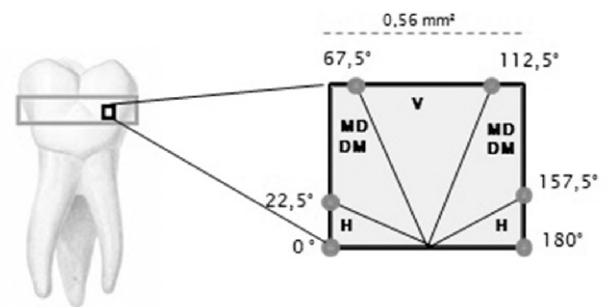


Figura 3. Esquema del área muestreada para el conteo y medición de la orientación de las estrías a partir de la propuesta de Pérez-Pérez y colaboradores. Ref.: H: estrías horizontales, V: estrías verticales, MD: estrías mesio-oclusales a disto-cervicales, DM: estrías disto-oclusales a medio cervicales.

El hecho de realizar las observaciones con 10x sugiere la posibilidad de relevar las estrías con microscopía óptica, aunque los autores indican que no sería conveniente debido a que la profundidad del campo es pequeña y no es sencillo enfocar la superficie a no ser que se trate de una superficie plana (Pérez-Pérez com. pers.).

Luego de evaluar las alternativas de análisis en función de nuestro caso de estudio (i.e. muestras con elevado grado de desgaste dental) y el equipamiento disponible (microscopio óptico binocular Olympus CX 31 con cámara digital), se tomó la decisión metodológica de comenzar la exploración y obtención de datos siguiendo la propuesta de Alejandro Martínez Pérez-

Pérez y equipo, con la salvedad de utilizar microscopía óptica, al menos en una primera instancia y de manera exploratoria. De no hallarse diferencias significativas entre los datos obtenidos con el microscopio óptico y el MEB, será posible analizar superficies vestibulares planas con microscopía óptica a 10x de manera que se obtendría una gran cantidad de datos en un corto plazo y con un bajo costo. Cabe mencionar que sólo luego de comparar sistemáticamente los resultados obtenidos con ambos microscopios se estará en condiciones de interpretar los datos en términos paleodietarios.

RESULTADOS

De manera exploratoria, y tomando como referencia el marco metodológico propuesto por Pérez-Pérez, se analizó una réplica de cada una de las tres áreas geográficas consideradas (Fig. 1). Como extremos de patrones dietarios se seleccionó un individuo del sitio Pampa Grande (individuo 17726) y uno del valle del río Chubut (individuo 1094). Asimismo, se tomó un individuo del sitio Aquihuecó (individuo 33). Si bien la información disponible sugiere que este último debería exhibir un patrón de microestriación semejante al del individuo de Chubut, cierta evidencia ha sido interpretada como una incorporación temprana de vegetales entre los grupos del área (36).

Dado que el microdesgaste del esmalte dental refleja la dureza y la abrasividad de las dietas y que el patrón de estriación no se altera sustancialmente por procesos postdeposicionales, una mayor cantidad de estrías indica dietas con mayor cantidad de partículas abrasivas (72).

El microdesgaste de los grupos que ingieren elevadas proporciones de carne se caracteriza por exhibir una baja frecuencia de estrías predominando las

verticales por sobre las horizontales, bajos índices NH/NV y NH/NT y elevado índice NV/NT. Por el contrario, los grupos que ingieren altas proporciones de vegetales presentan una gran cantidad de estrías debido a la presencia de partículas abrasivas, principalmente fitolitos, cuya dureza es mayor a la de la apatita (73). Asimismo exhiben un mayor porcentaje de estrías horizontales en comparación con las verticales y las estrías horizontales son más largas en comparación con las de los grupos que consumen mayormente carne, el índice NV/NT es bajo y los índices NH/NV y NH/NT son altos.

En la tabla 1 se presentan los resultados de las variables relevadas de las 3 réplicas y en la tabla 2 los índices derivados de las variables.

		NOA (n=1)	N-NQN (n=1)	VRCh (n=1)
H	N	22	11	17
	Long	0,1597	0,2373	0,1977
	DS	0,0486	0,1021	0,1317
V	N	21	24	45
	Long	0,1855	0,2277	0,1767
	DS	0,1026	0,0992	0,111
MD	N	9	12	34
	Long	0,1087	0,1196	0,1652
	DS	0,0783	0,0545	0,0938
DM	N	15	22	11
	Long	0,1572	0,1722	0,1401
	DS	0,141	0,1329	0,1456
Total	N	67	69	107
	Long	0,1604	0,1927	0,1726
	DS	0,0973	0,1238	0,1128

Tabla 1. Resultados de las variables registradas para las tres muestras analizadas. Ref.: H: estrías horizontales, V: estrías verticales, MD: estrías mesio-oclusales a disto-cervicales, DM: estrías disto-oclusales a medio cervicales. Long: longitud promedio de las estrías, DS: desvío estándar, N: frecuencia de estrías, NOA: Noroeste Argentino, N-NQN: Norte de Neuquén, VRCh: valle del río Chubut.

	NOA	N-NQN	VRCh
NH/NV	1,0476	0,4583	0,3777
NH/NT	0,3283	0,1594	0,1588
NV/NT	0,3134	0,3478	0,4205

Tabla 2. Índices calculados a partir de las variables relevadas. Ref.: NH: frecuencia de estrías horizontales, NV: frecuencia de estrías verticales, NT: frecuencia total de estrías, NOA: Noroeste Argentino, N-NQN: Norte de Neuquén, VRCh: valle del río Chubut.

El hecho de haber considerado sólo una réplica por área introduce un sesgo inherente al muestreo. Asimismo, estos datos son el resultado de la primera fase de prueba. Sin embargo, se mencionan las tendencias observadas, algunas de las cuales se ajustan a lo esperado y otras no. Para derivar expectativas generales se tomó en cuenta un marco etnográfico amplio sugerido por Lalueza Fox y Pérez-Pérez (1993) (29). Los autores analizaron réplicas de grupos etnográficos con dietas conocidas. Dentro del espectro dietario identificaron correlatos en las características del microdesgaste del esmalte dental. En un extremo se ubican los cazadores-recolectores con elevado consumo de carne (i.e. Fueguinos y Esquimales) mientras que en el polo opuesto se encuentran grupos hindúes cuyas dietas, por razones en gran medida religiosas, son extremadamente vegetarianas (i.e. Bihar y Orissa). Además consideran grupos con dietas mixtas, como cazadores-recolectores de la foresta tropical (i.e. grupos de las islas Andaman) y cazadores-recolectores de climas áridos (i.e. Bushmen y aborígenes australianos).

A diferencia de lo esperado la frecuencia más elevada de estrías se identificó en Chubut mientras que la más baja se registró en Pampa Grande. Tampoco se verificó la expectativa que vincula a las estrías horizontales de mayor longitud a grupos con elevado consumo de vegetales. Una serie de explicaciones podrían estar relacionadas con una característica del empleo de microscopía óptica en lugar de MEB, con la falta de experiencia en el conteo de estrías, para lo cual habría que medir el error intra-observador, o simplemente ser un rasgo particular de la muestra seleccionada.

Sin embargo, las variables que relacionan

frecuencias de estrías verticales y horizontales se ajustan a lo esperado: la mayor cantidad de estrías horizontales se registró en el caso de Pampa Grande y la mayor cantidad de estrías verticales en el caso del valle del río Chubut. En consecuencia, los índices derivados también fueron concordantes con las expectativas: NH/NV elevados en Pampa Grande y NV/NT elevado en Chubut mientras que el caso de Neuquén adquiere valores intermedios. Finalmente, la frecuencia más baja de estrías horizontales fue registrada en el individuo de Neuquén aunque el número total es muy semejante al del caso de Pampa Grande. En la figura 4 (a, b y c), se presentan las imágenes sobre las que se realizó el conteo de estrías en el individuo de Pampa Grande, Aquihucó y valle del río Chubut, respectivamente. Si bien, como se observa, hay sectores de las imágenes en las que no se logró hacer foco correctamente el conteo de de estrías pudo realizarse.

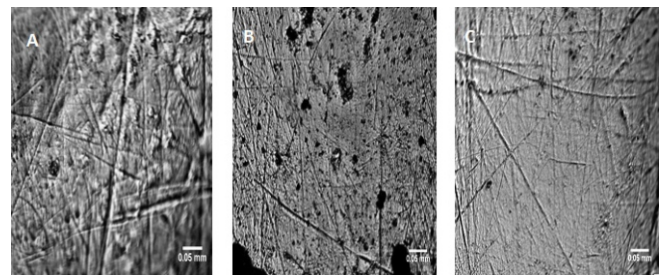


Figura 4. Imágenes tomadas de la superficie bucal en el microscopio óptico de primeros molares superiores izquierdos (10x). A: Pampa Grande (Ind. 17726); B: Aquihucó (Ind. 33); C: valle del río Chubut (ind. 1094).

Recientemente, el análisis de isótopos estables en restos humanos del norte de Neuquén permitió estimar un consumo elevado de recursos animales, particularmente de aquellos de gran porte, como guanaco y choique (>70%), mayor que lo estimado para el sur de Mendoza y centro de Neuquén (39). En trabajos previos se sugirió que la disminución del desgaste de la corona a lo largo del tiempo estaría relacionada con

cambios en las técnicas culinarias y de procesamiento de los alimentos más que con un cambio significativo en los tipos de alimentos ingeridos (38).

La abrasividad registrada en los patrones de microdesgaste se relaciona con dos factores: por un lado, dietas con elevado porcentaje de fibras y material vegetal duro, como la presencia de fitolitos; por otro lado, la elevada cantidad de partículas inorgánicas que se ingieren mezcladas con la comida (i.e. ceniza, polvo, arena). En este sentido, la similitud de ciertas variables entre el individuo de Neuquén y el de Pampa Grande (i.e. frecuencia de estrías verticales), podría ser el resultado del uso de determinados implementos culinarios, como morteros. Por otro lado, la cantidad de estrías horizontales es la más baja de los tres casos pudiendo indicar un mayor consumo de carne, incluso que el individuo de Chubut, sugiriendo un patrón paleodietario concordante con el señalado por los isótopos estables.

El incremento de casos estudiados como así también la adquisición de entrenamiento en el empleo de esta técnica aportará información independiente y complementaria para esta discusión.

CONCLUSIONES

A modo de conclusión, hasta el momento se logró estandarizar la técnica para la realización de moldes, tanto los negativos de silicona como las réplicas de resina. Asimismo, a partir de la evaluación de las estrategias analíticas se tomó la decisión de iniciar el desarrollo de esta línea en el NO de Patagonia tomando como base las sugerencias de Pérez-Pérez y colaboradores. En este sentido, esta propuesta que analiza las superficies vestibulares posibilita incluir una mayor cantidad de individuos, sobre todo al

tratarse de muestras con alto grado de desgaste de la corona. Por otro lado, dado que las microestrías se analizan con 10x es posible que las réplicas puedan ser analizadas mediante microscopía óptica. La propuesta alternativa formulada por Ungar se basa en el análisis de superficies oclusales con 50x, por lo cual la única posibilidad de análisis es a través de la Microscopía Electrónica de Barrido. Si bien la confiabilidad de los resultados con microscopía óptica es un rasgo que se está evaluando en la actualidad, en caso de obtenerse resultados positivos se generaría información novedosa en el corto plazo y con costos muy bajos. En este sentido, es posible que otros equipos de investigación incorporen esta línea de manera relativamente sencilla.

Un avance importante hasta el momento fue la obtención de una gran cantidad de moldes del área de interés (n=130) para su estudio futuro. En este contexto, ya no es necesario manipular las piezas originales; es decir, se trata de una técnica no invasiva y que promueve la conservación, dado que los análisis se realizan sobre el molde y las imágenes.

Se considera que la técnica del análisis del microdesgaste del esmalte dental tiene el potencial para complementar, como línea independiente, los estudios de paleodietas en curso en el NO de Patagonia al tiempo que generará resultados novedosos en tanto opera en una escala temporal diferente a la del resto de las líneas exploradas hasta el momento.

Agradecimientos

A la División Antropología del Museo de La Plata (UNLP) y a la Secretaría de Cultura, Estado y Deporte de la Provincia del Neuquén por permitirnos el acceso a las colecciones de restos óseos humanos. Los trabajos se efectuaron en el marco de los siguientes proyectos:

Historia evolutiva y diversidad en la dieta de las poblaciones humanas de Neuquén (Noroeste de Patagonia) durante el Holoceno (UNLP N472); Dinámica poblacional humana y cambios en el nicho ecológico en el Noroeste de Patagonia durante el Holoceno (PICT-Agencia 2014-2134); Ecología y evolución de las poblaciones humanas del Noroeste de Patagonia (Pcia. del Neuquén) durante el Holoceno

(UNLP 2016-2019). A Florent Rivals y Alejandro Martínez Pérez por brindarnos su ayuda e información en las distintas etapas. A Valeria Bernal y Diego Rindel por la lectura del manuscrito. A los evaluadores y editores de la revista por sus valiosos comentarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Butler PM (1952) The milk molars of perissodactyla, with remarks on molar occlusion. *J Zool* 121 (4):777-817.
- Mills JRE (1955) Ideal dental occlusion in the primates. *Dent Pract* 6:47-61.
- Dahlberg AA, Kinzey WG (1962) Etude microscopique de l'abrasion et de l'attrition sur la surface des dents. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 5:242-51.
- Puech PF (1977) Usure dentaire en anthropologie etude par la technique des repliques. *Revue d'Odonto-Stomatol* 6:51-6.
- Rensberger JM (1978) Scanning Electron Microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores. En: Development, function and evolution of teeth, Butler PN y Joysey KA (eds) Academic Press, New York, pp. 415-438.
- Walker A (1980). Functional anatomy and taphonomy. En: Fossils in the Making Behrensmeier AK y Hill AP (eds), University of Chicago Press, Chicago, pp. 182-196.
- Walker A, Hoeck HN, Perez L (1978) Microwear of mammalian teeth as an indicator of diet. *Sci* 201 (4359): 908-10.
- Puech PF, Prone A (1979) Reproduction experimentale des processus d'usure dentaire par abrasion: Implications paleoecologique chez l'Homme fossile. *C R Acad Sci Paris* 289:895-8.
- Ryan AS (1981) Anterior dental microwear and its relationship to diet and feeding behavior in three african primates (*Pan troglodytes troglodytes*, *Gorilla gorilla gorilla*, and *Papio hamadryas*). *Primates* 22 (4): 533-50.
- Puech PF, Prone A, Kraatz R (1980) Microscopie de l'usure dentaire chez l'homme fossile: Bol alimnetaire et environnement. *C R Acad Sci Paris* 290:1413-6.
- Grine FE (1981) Trophic differences between 'Gracile' and 'Robust' Australopithecines: A Scanning Electron Microscope Analysis of occlusal events. *S Afr J Sci* 77:203-30.
- Fine D, Craig GT (1981) Buccal surface wear of human premolar and molar teeth: a potential indicator of dietary and social differentiation. *J Hum Evol* 10 (4): 335-44.
- Gordon KD (1984) Taphonomy of dental microwear, II. *Am J Phys Anthropol* 63:164-5.
- Teaford MF, Walker A (1984) Quantitative differences in dental microwear between primate species with different diets and a comment on the presumed diet of *Sivapithecus*. *Am J Phys Anthropol* 64 (2): 191-200.
- Grine FE (1986) Dental evidence for dietary differences in *Australopithecus* and *Paranthropus*: a quantitative analysis of permanent molar microwear. *J Hum Evol* 15 (8): 783-822.
- Kelley J (1986) Paleobiology of Miocene Hominoids. Tesis doctoral, Yale University, New Haven, CT.
- Solounias N, Teaford MF, Walker A (1988) Interpreting the diet of extinct ruminants: the case of a non-browsing giraffid. *Paleobiology* 14:287-300.
- Krueger KL, Ungar PS (2010) Incisor microwear textures of five bioarcheological groups. *Int J Osteoarch* 20:549-60.
- Rivals F, Semprebon GM (2010) What can incisor microwear reveal about the diet of ungulates? *Mammalia* 74 (4): 401-6.
- Grine FE, Kay RF (1988) Early hominid diets from quantitative image analysis of dental microwear. *Nature* 333 (6175): 765-8.
- Ungar PS, Grine FE, Teaford MF, El Zaatari S (2006) Dental microwear and diets of African early Homo. *J Hum Evol* 50 (1): 78-95.
- Ungar PS, Scott RS, Grine FE, Teaford MF (2010) Molar microwear textures and the diets of *Australopithecus anamensis* and *Australopithecus afarensis*. *Phil Trans R Soc B* 365 (1556): 3345-54.
- Bullington J (1991) Deciduous dental microwear of prehistoric juveniles from the Lower Illinois River Valley. *Am J Phys Anthropol* 84 (1): 59-73.
- Pastor RF, Johnston TL (1992) Dental microwear and attrition. En: Human skeletal remains from Mahadaha: A Gangetic Mesolithic Site Kennedy KAR (ed.) Cornell University Press, Ithaca, NY, pp. 271-304.
- Teaford MF (2002) Dental enamel microwear analysis. En: Foraging, farming and coastal biocultural adaptation in Late Prehistoric North Carolina. Hutchinson DL (ed.), University Press of Florida, Gainesville, pp. 169-177.
- Organ JM, Teaford MF, Larsen CS (2005) Dietary inferences from dental occlusal microwear at Mission San Luis de Apalachee. *Am J Phys Anthropol* 128 (4): 801-11.
- El-Zaatari S (2010) Occlusal microwear texture analysis and the diets of historical / prehistoric hunter-gatherers *Int J Osteoarch* 20: 67-87
- Lalueza-Fox C (1992) Information obtained from the microscopic examination of cultural striations in human dentition. *Int J Osteoarch* 2: 155-169.

29. Lalueza-Fox C, Pérez-Pérez A (1993) The diet of the Neanderthal child Gibraltar 2 (Devils' Tower) through the study of the vestibular striation pattern. *J Hum Evol* 24 (1): 29-41.
30. Mendonça OJ (1993) Intergroupal variability in dental microwear: study of three samples of hunter gatherers and agriculturalists-pastoralists from prehistoric Argentina. Tesis de Maestría. University of Chicago, Chicago.
31. Bernal V, Pérez SI, Postillone B, Rindel D (2016) Hunter-gatherer persistence and demography in Patagonia (southern South America): the impact of ecological changes during the Pleistocene and Holocene. Stojanowski Ch, Temple D (eds.) En: *Hunter-gatherer resilience in bioarchaeological perspective* Cambridge University Press, en prensa.
32. Cobos V, Della Negra C, Bernal V (2012) Patrones de variación morfométrica craneofacial en poblaciones humanas del Noroeste de Patagonia durante el Holoceno tardío. *Rev Arg Antrop Biol* 14(1): 5-16.
33. Della Negra C, Novellino P, Pérez SI, Hajduk A, Bernal V (2009) Investigaciones arqueológicas y bioarqueológicas en el sitio Aquihuecó (Norpatagonia): nuevos resultados. En: *Arqueología de Patagonia. Una mirada desde el último confin*. Salemme M, Santiago F, Álvarez M, Piana E, Vázquez M y Mansur ME (eds.), Editorial Utopías, Ushuaia, pp. 669-676.
34. Della Negra C, Novellino P, Gordón F, Vazquez RC, Béguelin M, Gonzalez PN, Bernal V (2014) Áreas de entierro en cazadores-recolectores del Noroeste de Patagonia: sitio Hermanos Lazcano (Chos Malal, Neuquén). *Runa* 35:5-19
35. Della Negra C, Novellino P (2005) Aquihuecó: Un cementerio arqueológico en el norte de la Patagonia, Valle del Curi Leuvú, Neuquén, Argentina. *Magallania* 33:165-172
36. Lema V, Della Negra C, Bernal V (2012) Explotación de recursos vegetales silvestres y domesticados en Neuquén: implicancias del hallazgo de restos de maíz y algarrobo en artefactos de molienda del Holoceno tardío. *Magallania* 40(1):229-247.
37. Pérez SI, Della Negra C, Novellino P, González PN, Bernal V, Cúneo E, Hajduk A (2009) Deformaciones artificiales del cráneo en cazadores-recolectores del Holoceno medio-tardío del noroeste de Patagonia. *Magallania* 37: 7-20.
38. Gordón F, Novellino P (2016) Patrones paleodietarios en el noroeste de la Patagonia argentina durante el Holoceno tardío: bioindicadores de salud bucal e isótopos estables en restos óseos humanos. En: *El poblamiento humano del norte del Neuquén: estado actual del conocimiento y perspectivas*. Gordón F, Barberena R y Bernal V (eds). Aspha ediciones, Buenos Aires. En prensa.
39. Gordón F, Pérez SI, Hajduk A, Lezcano M, Bernal V (2016) Dietary patterns in human populations from Northwest Patagonia during Holocene: an approach using Binford's frames of reference and Bayesian isotope mixing models. Ms. *Archaeol Anthropol Sci*
40. Winggenhauser NG, Pérez SI (2016) Estudio de las modificaciones culturales del cráneo en las poblaciones prehistóricas de Neuquén. Un análisis de morfometría geométrica en 2 y 3 dimensiones. En: *El poblamiento humano del norte del Neuquén: estado actual del conocimiento y perspectivas*. Gordón F, Barberena R y Bernal V (eds). Aspha ediciones, Buenos Aires. En prensa.
41. Navia M, Della Negra C, Álvarez M (2016) Análisis líticos de artefactos provenientes de dos sitios superficiales en el norte de Neuquén Argentina. En: *El poblamiento humano del norte del Neuquén: estado actual del conocimiento y perspectivas*. Gordón F, Barberena R y Bernal V (eds). Aspha ediciones, Buenos Aires. En prensa.
42. Quiroga MN, Tessone A, Gordón F, Llano C, Sosa P, Gasco A, Ugan A, Barberena R (2015) Paleoecología humana en el norte de Neuquén: primeros resultados isotópicos. *Revista del Museo de Antropología*. En prensa.
43. Rindel DD (2016) Explorando la variabilidad en el registro zooarqueológico de la provincia del Neuquén: tendencias cronológicas y patrones de uso antrópico. En: *El poblamiento humano del norte del Neuquén: estado actual del conocimiento y perspectivas*. Gordón F, Barberena R y Bernal V (eds). Aspha ediciones, Buenos Aires. En prensa.
44. Teaford MF, Glander KE (1991) Dental microwear in live, wild-trapped *Alouatta palliata* from Costa Rica. *Am J Phys Anthropol* 85:313-319.
45. Ungar PS (2009) Tooth form and function: insights into adaptation through the analysis of dental microwear. En: *Comparative dental morphology*. Koppe K, Meyer G y Alt KW (eds.) *Front Oral Biol*. Basel. Vol. 13: 38-43.
46. Pérez-Pérez A, Lalueza-Fox C, Turbón D (1994) Intraindividual and intragroup variability of buccal tooth striation pattern. *Am J Phys Anthropol*. 94(2):175-187.
47. Romero A, Galbany J, Pérez-Pérez A, De Juan J (2007) Microwear formation rates in human buccal tooth enamel surfaces: an experimental in vivo analysis under induced-diet. En: *New perspectives and problems in anthropology* Bodzsar EB y Zsakai A (eds.), Cambridge Scholars Publishing, pp. 135-146.
48. Romero A, Galbany J, Martínez-Ruiz N, De Juan J (2009) In vivo turnover rates in human buccal dental-microwear *Am J Phys Anthropol* S48:223-224.
49. Estebaranz-Sánchez F (2011) Modelos de evolución morfológica de la dentición, fluctuaciones climáticas, patrones alimentarios y ecología de los Hominini Plio-Pleistocénicos de África del Este *Australopithecus anamensis* y *Australopithecus afarensis*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona.
50. Nystrom P (2010) Dental microwear as indicator of diet in recent human populations. A case study from an early Neolithic site in the Czech Republic. *Am J Phys Anthropol* 141 S50:125.
51. Baldini M, Baffi E, Salaberry MT, Torres MF (2003) Candelaria: una aproximación desde un conjunto de sitios localizados entre los cerros de Las Pirguas y El Alto del Rodeo (Dto. Guachitas, Salta, Argentina). En: *La mitad verde del mundo andino. Investigaciones arqueológicas en la vertiente oriental de los Andes y las Tierras Bajas de Bolivia y Argentina*. Ortiz G y Ventura B (eds.), Facultad de Historia y Ciencias Sociales-Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, pp. 131-151.
52. Lema V (2010) Procesos de domesticación vegetal en el pasado prehispánico del Noroeste Argentino: estudio de las prácticas más allá de los orígenes. *Relac Soc Argent Antropol* XXXV: 121-142.
53. Lehmann-Nitsche R (1910) Catálogo de la Sección Antropología del Museo de La Plata. Imprenta Coni Hnos., Buenos Aires, Argentina.
54. Gordón F (2011) Dinámica poblacional, conflicto y violencia en el Norte de Patagonia durante el Holoceno tardío: un estudio arqueológico. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
55. Gómez Otero J (2007) Dieta, uso del espacio y evolución de las poblaciones cazadoras-recolectoras de la costa centro-septentrional de Patagonia durante el Holoceno Medio y Tardío. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

56. Borrero L A (2005) The archaeology of the Patagonian Deserts: hunter-gatherers in a cold Desert. En: Desert Peoples. Archaeological Perspectives, Veth P, Smith M y Hiscock P (eds.), Blackwell Publishing, London, pp. 142-158.
57. Fernández J (1988) Roedores, guanacos, huevos, semillas de araucaria y almejas fluviales. Estacionalidad, subsistencia y estrategia locacional en Haichol, cordillera andina del Neuquén. IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina, FFyL, UBA, Buenos Aires, pp.130-139.
58. Fernández J, Panarello H (2001) Cazadores recolectores del Holoceno medio y superior de la cueva Haichol, región cordillerana central del Neuquén, República Argentina. *Relac Soc Argent Antropol* XXVI: 9-30.
59. Novellino P, Gil A, Neme G, Durán V (2004) El consumo de maíz en el Holoceno tardío del Oeste Argentino: Isótopos estables y Caries. *Rev Esp Antropol Amer* 34:85-110.
60. Fernández MM (2006) Economía y sistemas de asentamiento aborigen en la cuenca del Río Limay. *Memoria Americana* 14: 37-73.
61. Hajduk A, Novellino P, Cúneo E, Albornoz AM, Della Negra C, Lezcano MJ (2007) Estado de avance de las investigaciones arqueológicas en el Noroeste de la provincia del Neuquén (departamentos Chos Malal y Minas, República Argentina) y su proyección futura. En: *Arqueología de Fuego Patagonia. Levantando Piedras, Desenterrando Huesos y Develando Arcanos*. Morello F, Martinic M, Prieto A y Bahamonde G (eds.) Ediciones CEQUA, Punta Arenas, Chile, pp. 467-478.
62. Pérez-Pérez A, Lalueza-Fox C, Hernandez M, Turbon D (1991) Análisis del patrón de estriación dentaria: variabilidad intrapoblacional en la serie medieval de La Olmeda (Palencia). En: *Nuevas Perspectivas en Antropología*. VII Congreso Español de Antropología Biológica. Botella MC, Jimenez SA, Ruiza L y Du Soich Ph (eds.) Universidad de Granada. Pp. 731-740.
63. Martínez-Martínez LM (2010) Variabilidad del patrón de microestriación dental en homínidos Plio-Pleistocénicos del este y sur de África. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona.
64. Ungar PS (1992) Incisor microwear and feeding behavior of four Sumatran Anthropoids. Tesis doctoral, State University of New York, Stony Brook.
65. Ungar PS (1995) A semiautomated image analysis procedure for the quantification of dental microwear II. *Scanning* 17 (1): 57-9.
66. Scott RS, Ungar PS, Bergstrom TS, Brown CA, Grine FE, Teaford MF, Walker A (2005) Dental microwear texture analysis shows within-species diet variability in fossil hominins *Nature* 436, 693-695.
67. Galbany J, Estebanz F, Martínez LM, Romero A, De Juan J, Turbon D, Pérez-Pérez A (2006) Comparative analysis of dental enamel polyvinylsiloxane impression and polyurethane casting methods for SEM research. *Microsc Res Tech* 69:246-252.
68. Galbany J, Estebanz F, Martínez LM, Pérez-Pérez A (2009) Buccal dental microwear variability in extant African Hominoidea: taxonomy versus ecology. *Primates* 50:221-230.
69. Jarosová I, Pérez-Pérez A, Dockalová M, Drozdová E, Turbón D (2006) Buccal dental microwear as a dietary indicator in the Iron Age human population from Son Real, Spain. *Anthropologie* XLIV/2:139-150.
70. Pérez-Pérez A, Espurz V, Bermúdez de Castro JM, De Lumley MA, Turbón D (2003) Non-occlusal dental microwear variability in a sample of Middle and Late Pleistocene human populations from Europe and the Near East. *J of Hum Evol* 44 (4): 497-513.
71. Galbany J, Martínez LM, Pérez-Pérez A (2004) Tooth replication techniques, SEM imaging and microwear analysis in Primates: methodological obstacles. *Anthropologie* XLII, 1: 5-12.
72. Nystrom P, Phillips-Conroy JE, Jolly CJ (2004) Dental microwear in Anubis and Hybrid Baboons (*Papio hamadryas*, *Sensu Lato*) living in Awash National Park, Ethiopia. *Am J Phys Anthropol*, 125: 279-291.
73. Galbany J (2006) El patrón de microestriación dental en primats Catarrhini: un model ecológic per Primats fossils i homínids. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona.