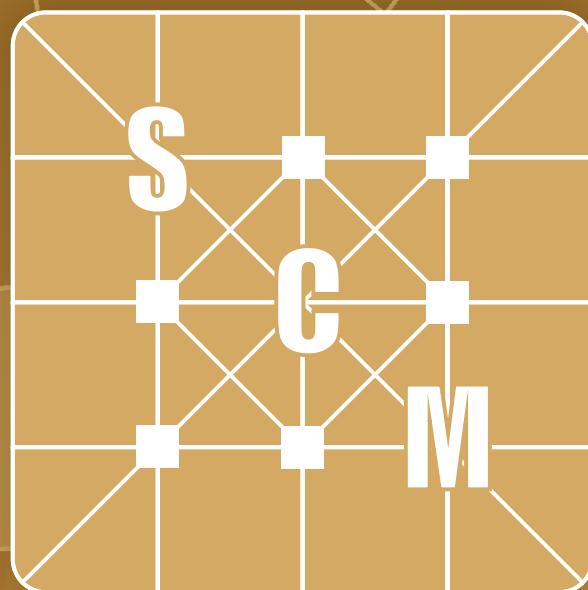


ISSN 1851-7862

Vol. 12, N° 1



CIENCIAS MORFOLÓGICAS

Publicación periódica de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata

2010

CIENCIAS MORFOLÓGICAS

Revista de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata

Publicación periódica de los trabajos científicos del área de la Morfología

EDITOR CIENTÍFICO

Dr. Claudio Barbeito. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

EDITORES ASOCIADOS

Lic. Rocío García Mancuso. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Méd. Vet. Pedro Fernando Andrés Laube. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Dra. Marcela García. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

EDITOR ASISTENTE

Lic. Analía Sbattella. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

COMITÉ DE POLÍTICA EDITORIAL

Dra. Graciela Navone. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dr. Mario Restelli. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Dra. Susana Salceda. Universidad Nacional de La Plata. CIC. Argentina.

PhD Gustavo Zuccolilli. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

CONSEJO CIENTÍFICO EDITORIAL

Dra. María del Carmen Carda Batalla. Universidad de Valencia. España.

Dra. Ana Lía Errecalde. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

MSc Antonio Felipe. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Dra. María Teresa Ferrero. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

MSc Stella Maris Galván. Universidad Nacional del Litoral. Argentina.

PhD Eduardo Gimeno. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dra. María Elsa Gómez de Ferraris. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Dra. Alda González. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

PhD Ben Hanelt. Universidad de Nebraska. Estados Unidos.

Dr. Daniel Lombardo. Universidad Nacional de Buenos Aires. Argentina.

Dra. Inés Martín Lacave. Universidad de Sevilla. España.

Dra. Marta Graciela Méndez. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dr. Hugo Ortega. Universidad Nacional del Litoral. CONICET. Argentina.

Dr. Martí Pomarola. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Dr. Enrique Portiansky. Universidad Nacional de La Plata. CONICET. Argentina.

Dra. Sara Sánchez. Universidad Nacional de Tucumán. CONICET. Argentina.

PhD Andreas Schmidt-Rhaesa. Biekefeld. Alemania.

Dr. Eduardo Tonni. Universidad Nacional de La Plata. CIC. Argentina.

Dr. Mauricio Zamponi. Universidad Nacional de Mar del Plata. CONICET. Argentina.

Propiedad: Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata.

Sede: Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Distribución: Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata.

CIENCIAS MORFOLÓGICAS

Publicación periódica de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata

Año 2010, Vol. 12, N° 1

ÍNDICE**TRABAJOS ORIGINALES**

Jimena BARBEITO-ANDRÉS; Marina Laura SARDI; Fernando VENTRICE; Marisol ANZELMO; Héctor Mario PUCCIARELLI.	
CANALIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA CRANEOFACIAL DE HOMO SAPIENS DURANTE LA ONTOGENIA, UN ESTUDIO TRANSVERSAL	1-9
Patricia Susana NASCA DE ZAMORA; Lorna Cynthia REID.	
RECUPERACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FRAGMENTOS FOLIARES DE HIEDRA (<i>Hedera helix L.</i>), UNA ESPECIE TÓXICA, EN HECES DE CACHORRO CANINO	10-19
Darío Cuchiarelli; Nicolás Diulio.	
DISTORSIÓN EN TOMOGRAFÍA DENTA-SCAN	20-29

EDITORIAL

LAS REUNIONES CIENTÍFICAS Y LOS LÍMITES DE LA MORFOLOGÍA

En los últimos años ha habido un aumento del número de reuniones científicas en diversas áreas. Lamentablemente esto se acompañó en muchos casos de una subvaloración de la importancia de estos eventos. Vemos que muchas personas van a “colgar el poster” sin importarle en absoluto lo que hay “colgado” pocos metros mas allá. Otros solo entran a la sala en donde está transcurriendo una sesión de comunicaciones orales en el momento en que deben presentar la propia. Las conferencias plenarias dictadas por investigadores relevantes solo nuclean a un escaso porcentaje de los inscriptos. La discusión de resultados con los colegas, la génesis de ideas que surge de ver otros trabajos y la obtención de contactos para proyectos conjuntos, entre otros objetivos fundamentales de las reuniones científicas, se pierden por apuros no demasiado justificados o se cambian por la excursión turística. Muchas veces escuchamos justificaciones, si el Congreso es lejos es caro, si es en la propia ciudad no podemos parar nuestras actividades.

Tradicionalmente el encuentro de investigadores que presentan a sus colegas los resultados de sus trabajos ha sido fundamental para el avance de la ciencia. Como ejemplos vale mencionar que las ideas conjuntas de Wallace y Darwin se expusieron en la reunión de la Linnean Society of London de Julio de 1858 para que no se generaran problemas de prioridad y luego el trabajo fue publicado por la propia sociedad. Gregor Mendel presentó sus resultados en una reunión de la Sociedad de Historia Natural de Brühn y posteriormente aparecieron en la publicación de dicha sociedad (quizás si el también lo hubiese hecho en Londres la comunidad científica hubiera comprendido las leyes de la herencia 30 años antes). Ya en el Siglo XX, y según lo que postulan muchos historiadores de la ciencia, es muy probable que Linus Pauling se hubiera adelantado a Watson y Crick en el descubrimiento de la estructura del ADN si el gobierno de los Estados Unidos le hubiera permitido salir del país (los paladines de la libertad no querían que los comentarios pacifistas de un Premio Nobel se distribuyeran por el mundo). Muy probablemente con Pauling en un Congreso observando la foto obtenida mediante difracción de rayos X del ADN, quien ya había descifrado la geometría molecular de las proteínas le hubiese escapado a los caminos erróneos que transitó intentado descubrir las características espaciales de la molécula (y como beneficio adicional no se hubieran popularizado ciertos comentarios misóginos y racistas de Watson). Estos ejemplos son una muestra de la importancia de las reuniones científicas en la historia de la ciencia. Seguramente todos los que tenemos algunos años en la actividad podemos mencionar ejemplos de cómo un encuentro o una discusión ocurrida en un Congreso o una Jornada mejoraron nuestro trabajo o el de algún colega.

Desde “Ciencias Morfológicas” pensamos que la publicación de los resúmenes de los trabajos presentados en

las Jornadas y Congresos de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata y de algunos artículos completos surgidos de estas reuniones es una forma de revalorizar los encuentros de docentes e investigadores. El presente número contiene los trabajos premiados durante el XII congreso de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata realizado el 16 y 17 de septiembre de 2010. La relectura de estas publicaciones me lleva a reflexionar sobre los cambios en los límites, las relaciones y los alcances de las Ciencias Morfológicas. Recuerdo las primeras reuniones de nuestra sociedad, y de otras similares. Casi la totalidad de los trabajos que se mostraban eran de anatomía y morfología microscópica descriptivos. Algunos de ellos excelentes, pero la limitación temática era enorme. Poco a poco aparecieron presentaciones que mostraban aplicaciones de la morfología a la patología, la antropología y la odontología, entre otras áreas. Las nuevas tecnologías enriquecieron los estudios tanto desde las descripciones como desde sus potenciales aplicaciones. Los tres trabajos premiados y publicados en el presente número de Ciencias Morfológicas son una clara muestra de esta evolución.

Cuchiarelli y Diulio presentan una descripción morfológica mediante tomografía axial computada de cráneos humanos con aplicaciones en implantología dental. El trabajo combina una descripción morfológica exhaustiva realizada mediante tecnología moderna, con la proyección clínica de los resultados.

El trabajo “Recuperación e identificación de fragmentos foliares de hiedra (*Hedera helix* L), una especie tóxica, en heces de cachorro Canino” de Nasca de Zamora et al. es una aplicación de la morfología vegetal básica a las ciencias veterinarias. En este caso se utiliza microscopía convencional pero se demuestra como el conocimiento profundo de las características histológicas de los vegetales puede servir para confirmar un diagnóstico médico.

Por último la aplicación de las técnicas de morfometría geométrica al estudio de cráneos humanos permite extraer conclusiones relacionadas con la ontogenia humana en el artículo “Canalización de la morfología craneofacial de *Homo sapiens* durante la ontogenia, un estudio transversal” de Barbeito-Andrés et al.

Como puede verse, la morfología, con su diversidad y sin perder su esencia, amplia sus metodologías y sus aplicaciones y nos permite tanto resolver cuestiones prácticas de la medicina como profundizar nuestro conocimiento sobre diversos aspectos de los seres vivos.

Claudio Barbeito
Editor Científico

CANALIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA CRANEOFACIAL DE *HOMO SAPIENS* DURANTE LA ONTOGENIA, UN ESTUDIO TRANSVERSAL

CANALIZATION OF CRANIOFACIAL MORPHOLOGY IN *HOMO SAPIENS* DURING ONTOGENY, A CROSS-SECTIONAL STUDY

Jimena BARBEITO-ANDRÉS^{1,2}; Marina Laura SARDI^{1,2}; Fernando VENTRICE¹; Marisol ANZELMO^{1,2}; Héctor Mario PUCCIARELLI^{1,2}

1- División Antropología del Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

2- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Correspondencia a: Lic. Jimena Barbeito Andrés. División Antropología, Museo de La Plata. Paseo del Bosque s/n. La Plata (1900). Argentina. (54)(221) 4259161 int 138.

e-mail: barbeito@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN. La canalización es una propiedad del desarrollo que pone límite y dirección a la variación morfológica y puede expresarse como una reducción de la varianza entre individuos. El objetivo de este trabajo es evaluar la varianza de tamaño y forma del cráneo humano durante la ontogenia postnatal a fin de inferir canalización. Se relevaron puntos craneométricos sobre 266 cráneos de individuos con edades de muerte de 0, 2, 7, 12, 15, 18 y 20 años. Mediante técnicas de morfometría geométrica, se calcularon para cada edad las varianzas del tamaño del centroide y de las coordenadas de forma y luego se compararon las varianzas de edades sucesivas. La varianza de forma y tamaño no presenta un patrón de disminución progresiva durante la ontogenia. Entre las sucesivas edades no hay diferencias significativas de la varianza de tamaño, pero se registraron reducciones significativas de la varianza de forma entre los grupos de 0 y 2 años para el neurocráneo y entre los 7 y 12 años para el esplacnocráneo. Esto sugiere que la canalización se relaciona con eventos del desarrollo como el crecimiento del cerebro y la emergencia dentaria que afectan diferencialmente al neurocráneo y al esplacnocráneo en momentos particulares de la ontogenia.

Palabras clave: varianza, neurocráneo, esplacnocráneo.

ABSTRACT. Canalization is a developmental property of organisms that constrains morphological variation and can be expressed as a reduction of the variance among individuals. This work aims to evaluate variance of size and shape in the human skull during postnatal ontogeny in order to infer canalization. Craniometric landmarks were digitized on 266 skulls of individuals at age 0, 2, 7, 12, 15, 18 and 20 years. Geometric morphometric was used to compute variance of size and shape at each age and then variances were compared between consecutive ages. Neither variance of size nor variance of shape showed progressive reduction along ontogeny. There were no differences in the variance of size between consecutive ages but significant reductions of variance of shape were found between ages 0 and 2 for the neurocranium, as well as between 7 and 12 for the face. These results suggest that canalization is related to developmental processes such as brain growth and dental emergency that affect differently the neurocranium and the face at particular moments of the ontogeny.

Key words: variance, neurocranium, splacnocranium.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad fenotípica constituye el potencial de un organismo a variar. Ésta resulta de dos tendencias opuestas ya que las diversas fuentes de variación, incluyendo mutaciones genéticas, efectos ambientales y errores del desarrollo, interactúan con múltiples sistemas regulatorios (1). Del rango total de fenotipos posibles en términos de variabilidad, solo un conjunto de ellos es efectivamente observado en la naturaleza. En este punto se evidencia la distinción entre variabilidad y variación. Mientras que la variación puede ser observada y documentada, la variabilidad no puede cuantificarse en forma directa (2).

El estudio de la variación nos permite hacer inferencias sobre la acción de diferentes procesos que intervinieron en el establecimiento del fenotipo y entender por qué se produce solo un segmento del espectro fenotípico total. De acuerdo con Hallgrímsson et al (2002) (3), la variabilidad fenotípica se estructura en función de tres componentes interrelacionados: estabilidad del desarrollo, integración morfológica y canalización. Cada uno de ellos se considera una propiedad del organismo que contribuye a limitar y/o a direccionar la variación (2). Mientras que la estabilidad del desarrollo hace referencia a la reducción de la variación dentro de un mismo individuo, la integración morfológica determina cómo los rasgos se encuentran correlacionados. Por su parte, la canalización limita la variación entre individuos y operativamente, puede ser medida como la varianza entre individuos (4, 5, 6).

El objetivo de este trabajo es evaluar la varianza de tamaño y forma del cráneo humano durante la

ontogenia postnatal a fin de establecer la importancia de uno de los componentes de la variabilidad: la canalización. Ésta se infiere a partir de la reducción de la varianza entre individuos (2). Por ejemplo, Zelditch et al (2004) (4) en un trabajo experimental infieren canalización de la morfología craneofacial en los primeros momentos de la vida postnatal, a partir de una reducción significativa de la varianza entre individuos. Estos autores sugieren que el cráneo es una estructura altamente canalizada ya que alberga al cerebro y órganos sensoriales vitales y, en este sentido, sus huesos están dispuestos de una manera muy específica para permitir el desempeño efectivo de muchas funciones. No obstante, el cráneo se compone de dos regiones semi-autónomas -neurocráneo y esplacnocráneo- que, aunque con cierto grado de integración, pueden ser distinguidas por las características de su desarrollo y las funciones en las que están involucradas (7). En términos generales, el desarrollo del cráneo es el resultado de la morfogénesis combinada de estas dos grandes regiones cuyos patrones de crecimiento difieren (8). Las curvas de crecimiento de diferentes estructuras del cráneo, sugieren que existe un patrón de crecimiento temprano en los elementos esqueléticos que soportan y rodean a las estructuras del sistema nervioso los cuales alcanzan más tempranamente el tamaño adulto, mostrando que los requerimientos funcionales iniciales del niño en crecimiento se relacionan principalmente con el desarrollo de las capacidades neurológicas (9, 10).

Siendo que aquellas estructuras que alcanzan el tamaño y la forma del adulto estarían menos afectadas por los factores que aumentan la variación entre

individuos disminuye a lo largo de la ontogenia y (b) la canalización varía en el neuro y esplacnocráneo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra utilizada en este estudio transversal está compuesta por cráneos humanos de adultos y subadultos europeos sobre la que se tomaron submuestras de diferentes edades para establecer las características de la variación en sucesivos momentos del desarrollo. Se eligieron las edades de 0, 2, 7, 12, 15, 18 y más de 20 años porque contaban con la mejor representación muestral (Tabla 1). La decisión de no agrupar individuos con diferentes edades en categorías más amplias se fundamenta en la necesidad de reducir la posible variación dada por diferentes estadios del crecimiento.

Una de las dificultades más importantes en los estudios de crecimiento craneofacial a partir de colecciones osteológicas consiste en la escasa representación con la que cuentan, en general, los individuos de las etapas ontogénicas más tempranas (11). En este sentido, el segmento de nuestra muestra correspondiente al primer año de vida es de gran valor ya que incluye individuos desde estadios perinatales. Sin embargo, no se cuenta con una serie ontogénica que abarque individuos de etapas más tardías de la misma población. Por ello, en este estudio se conformó una muestra transversal que incluye cráneos de distintas colecciones que respetan un mismo contexto geográfico y temporal general, como fuera aplicado en un estudio previo (12) y aceptando que la diferenciación interpoblacional durante los primeros años de vida es muy baja (13). El segmento de la muestra correspondiente al primer año

de vida está compuesto por cráneos disecados que se encuentran depositados en el Museo de l'Homme (París, Francia). Su edad fue estimada por Guihard-Costa (14) y presentan entre 40 y 47 semanas de edad gestacional. En representación de las etapas posteriores se utilizaron cráneos que forman parte de las colecciones del Museo Antropológico (Coimbra, Portugal) y proceden de exhumaciones de individuos de cementerios cuya muerte se produjo entre fines del siglo XIX y principios del siglo XX. A partir de los registros se conoce la edad de muerte de cada individuo (15).

edad (años)	N
0	26
2	7
7	10
12	13
15	20
18	18
más de 20	172
Total	266

Tabla 1. Composición de la muestra.

Sobre cada cráneo se digitalizó un conjunto de puntos craneométricos (*landmarks*) en 3D utilizando Microscribe que describen al neurocráneo y al esplacnocráneo (Tabla 2, Fig. 1). Sobre las coordenadas obtenidas se aplicó morfometría geométrica, lo que permitió efectuar un análisis separado de la forma (*shape*) y el tamaño (*size*). La forma es definida como la información geométrica que persiste luego de que se eliminan las diferencias debidas a los efectos de posición, escala y rotación (16, 17). Todas las configuraciones de *landmarks* fueron sometidas a un ajuste generalizado de Procrustes utilizando el

Número	Landmark	Región
1	Prostion externo	Esplacnocráneo
2	Espina nasal posterior	Esplacnocráneo
3	Basion	Neurocráneo
4	Opistion	Neurocráneo
5	Opistocráneo	Neurocráneo
6	Límite posterior del arco alveolar	Esplacnocráneo
7	Subnasal	Esplacnocráneo
8	Nasion	Esplacnocráneo
9	Glabela	Neurocráneo
10	Bregma	Neurocráneo
11	Lambda	Neurocráneo
12	Zigion	Esplacnocráneo
13	Pterion	Neurocráneo
14	Asterion	Neurocráneo
15	Alar izquierdo	Esplacnocráneo
16	Porion	Neurocráneo
17	Punto posterior del meato auditivo externo	Neurocráneo
18	Punto anterior del meato auditivo externo	Neurocráneo
19	Dacrión	Esplacnocráneo
20	Ectoconquio	Esplacnocráneo
21	Supraorbitario	Esplacnocráneo
22	Infraorbitario	Esplacnocráneo

Tabla 2. Landmarks relevados.

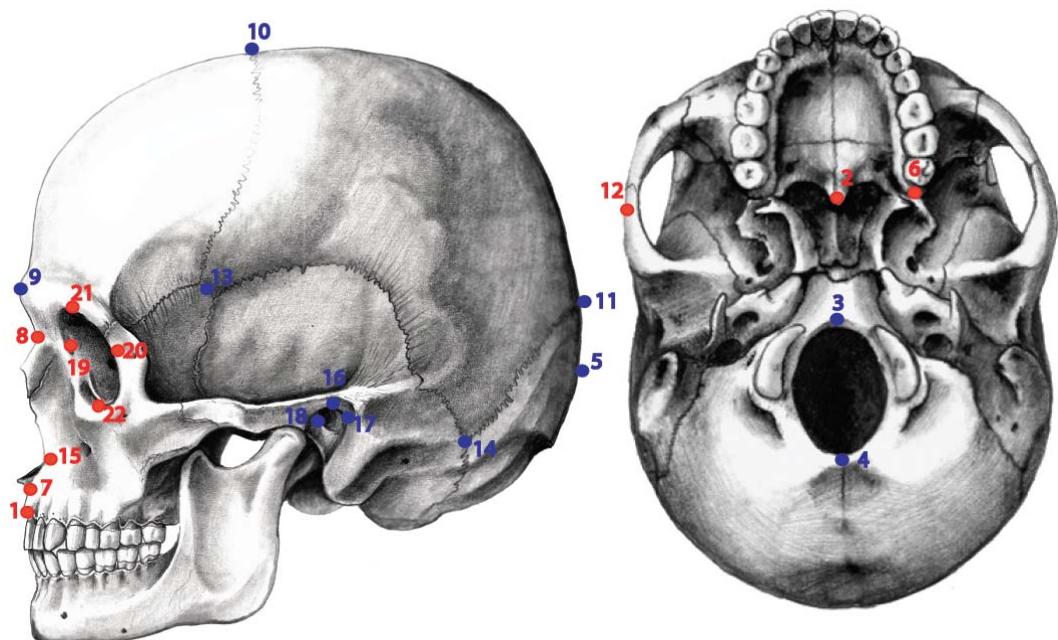


Figura 1. Puntos craneométricos. Neurocráneo en azul, esplacnocráneo en rojo.

programa MorphoJ (versión 1.02b). Este procedimiento fue llevado a cabo para cada categoría etaria y cada región craneana (neurocráneo y esplacnocráneo) por separado. De esta manera, se obtuvieron los valores de tamaño del centroide que constituye el estimador de tamaño más ampliamente utilizado y las nuevas coordenadas de forma.

Se calculó la varianza del logaritmo del tamaño del centroide del neurocráneo y esplacnocráneo para cada etapa. Las varianzas de las sucesivas edades fueron comparadas mediante el test de Levene (4).

Para analizar las coordenadas de forma, se calculó la varianza entre individuos para cada categoría etaria y región del cráneo, utilizando la siguiente fórmula (4, 5, 6):

$$V = \frac{\sum_{j=1}^{n-n} d_j^2}{(n-1)}$$

donde d^2 es la distancia de Procrustes de un individuo j respecto de la forma promedio. Este valor es igual a la suma de los valores de la diagonal de la matriz de varianza/covarianza obtenida sobre las coordenadas

de forma.

Para poner a prueba la hipótesis de que la variación de forma entre individuos disminuye a lo largo de la ontogenia, se compararon las sucesivas edades a través de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{V_1 - V_2}{\sqrt{\left(\frac{(N_1 - 1)N_1 SE_1^2 + (N_2 - 1)N_2 SE_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right) \left(\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2} \right)}}$$

donde V es la varianza de forma obtenida mediante la fórmula anteriormente descripta, SE es el error estándar de la varianza de forma y N es el tamaño muestral (4, 6). Los errores estándar e intervalos de confianza fueron calculados mediante técnicas estadísticas de remuestreo (*bootstrapping*) utilizando los softwares Poptools (versión 3.1.0) y R (versión 2.10.1).

RESULTADOS

Tanto en el neurocráneo como en el esplacnocráneo, la varianza de forma y tamaño no presenta un patrón de disminución progresiva a lo largo de la ontogenia (Tabla 3, Gráfico 1).

Edad (años)	Neurocráneo		Esplacnocráneo	
	Varianza forma	Varianza tamaño	Varianza forma	Varianza tamaño
0	0,003661	0,001812	0,004801	0,001428
2	0,002966	0,000922	0,004980	0,001190
7	0,003790	0,000484	0,007435	0,001205
12	0,003516	0,000530	0,003215	0,001024
15	0,002831	0,001110	0,003410	0,001778
18	0,003113	0,000773	0,003930	0,002000
20	0,003263	0,003065	0,004597	0,002090

Tabla 3. Varianzas de forma y tamaño para cada edad.

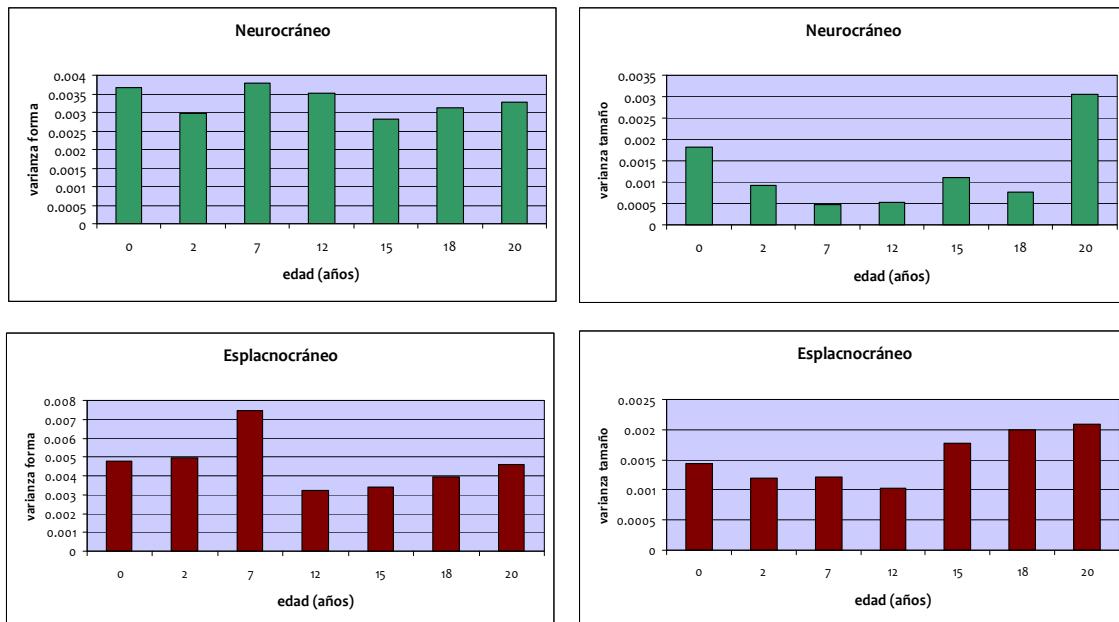


Gráfico 1. Varianzas de forma y tamaño para cada edad.

En el caso del tamaño, los resultados del test de Levene indican que entre las sucesivas clases de edad no hay diferencias significativas en la varianza del tamaño del centroide (Tabla 4). Sin embargo, en el gráfico 1 se puede observar que la varianza de tamaño en el neurocráneo tiene una tendencia de disminución desde el nacimiento hasta los 7 años. Luego muestra un claro aumento en los individuos de más de 20 años. En el esplacnocráneo, en cambio, la varianza de tamaño muestra una reducción desde el nacimiento y

hasta los 12 años y luego aumenta progresivamente hasta la última categoría etaria.

La comparación de la varianza de forma entre sucesivas edades mostró que existen algunas diferencias significativas en momentos particulares del desarrollo (Tabla 5). Mientras que para el neurocráneo la única comparación que resultó significativa fue la reducción de la varianza entre los grupos de 0 y 2 años, en el esplacnocráneo se observó una reducción significativa entre los 7 y 12 años.

Edades (años)	Neurocráneo	Esplacnocráneo
0-2	0,4987	-0,2314
2-7	0,8409	0,4842
7-12	-0,8434	0,0593
12-15	-1,311	-0,8103
15-18	1,18	-0,4066
18- más de 20	-0,9632	0,1288

Tabla 4. Valores de *t* del test de Levene para las comparaciones de la varianza del *centroid size* entre clases de edades sucesivas.

*p<0,05; **p<0,01

Edades (años)	Neurocráneo	Esplacnocráneo
0-2	6,4704**	-0,1759
2-7	-0,9294	-1,0644
7-12	0,1195	2,6151**
12-15	0,4861	-0,4955
15-18	0,5365	-1,2822
18- más de 20	-0,144	-0,3792

Tabla 5. Valores de *t* para las comparaciones de la varianza de forma entre clases de edades sucesivas.

*p<0,05; **p<0,01

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Considerando todas las edades analizadas, los resultados de este estudio indican que la varianza de tamaño y forma, tanto en el neurocráneo como en el esplacnocráneo, no disminuye progresivamente (Gráfico 1). Por ello, no puede afirmarse que a lo largo de la ontogenia postnatal haya una canalización creciente de la morfología craneofacial.

En consecuencia, es posible rechazar la primera hipótesis en general. La comparación de la varianza en etapas sucesivas indicó que no hay cambios significativos en el tamaño y en general, no los hay para la forma. Solo en dos momentos se obtuvieron diferencias significativas para la forma: 0-2 años para el neurocráneo y 7-12 para la cara (Tabla 5).

La ausencia de reducción no indica estrictamente que la morfología craneofacial no esté canalizada. Es probable que otros mecanismos del desarrollo intervengan en la regulación de la variación del tamaño y la forma craneana. Por ejemplo, los procesos de remodelación ósea, que incluyen tanto la aposición como la remoción de hueso, podrían ser responsables de la estabilidad de la varianza a lo largo de la ontogenia. Es probable también que la acentuación del dimorfismo sexual produzca un incremento de la varianza a edades más tardías.

Las edades en que se registraron cambios significativos en la varianza de forma (Tabla 5) pueden asociarse con eventos relevantes desde el punto de vista del desarrollo. La configuración del neurocráneo mostró una estabilización en los momentos más tempranos de la serie analizada, sugiriendo que la canalización ya se hace presente en los primeros estadios de la vida postnatal y luego hay

un relativo equilibrio entre las fuentes de variación y los procesos regulatorios. En el esplacnocráneo la reducción de la varianza de forma es más tardía, hacia el final de la niñez. En tanto que las dos regiones del cráneo analizadas en este trabajo mostraron patrones diferentes de canalización, la segunda hipótesis no puede rechazarse, al menos respecto de la forma.

La reducción temprana de la varianza en el neurocráneo y su posterior estabilización puede relacionarse con la trayectoria de crecimiento de las estructuras neurales. El desarrollo del neurocráneo está fundamentalmente controlado por el crecimiento del cerebro (18, 19, 20), el cual presenta un patrón acelerado durante las etapas prenatal tardía y postnatal temprana y luego una marcada reducción de su velocidad (9, 10, 20). La finalización del crecimiento del neurocráneo coincide con el momento en que encontramos una reducción significativa de la varianza.

El crecimiento del esplacnocráneo se prolonga por más tiempo, período durante el cual el esqueleto de esta región está sujeto a múltiples estímulos, tales como la acción de los músculos masticatorios, la emergencia dentaria, etcétera (19, 20). Esto podría explicar la reducción de la varianza hacia los 12 años, momento en el que ya se ha adquirido la mayor parte de la dentición permanente y en el que prácticamente ya se ha alcanzado la morfología adulta.

Estudios experimentales previos brindan elementos para interpretar nuestros resultados. Zelditch et al (2004) (4) trabajan en series ontogenéticas de dos especies de roedores y encuentran una reducción significativa de la varianza entre individuos en los primeros momentos de la

ontogenia postnatal y en adelante, los niveles de variación se mantienen constantes. Estos resultados se corresponden con los descriptos en nuestro trabajo; la reducción de la varianza no ocurre gradual ni progresivamente a lo largo de toda la ontogenia sino que está acotada a etapas particulares. En este sentido, los autores sugieren que dicho patrón se vincula al control que los tejidos blandos ejercen en el crecimiento del hueso. Mientras que los movimientos musculares durante la ontogenia prenatal y postnatal temprana son relativamente desorganizados, la creciente maduración neuromuscular que ejerce tensiones sobre el hueso en crecimiento lleva a que se reduzca la varianza de forma en el esqueleto craneofacial. Willmore et al (2006) (5), por otro lado, comparan ratones normales y portadores de un alelo que causa un desorden en el crecimiento del cráneo y observan que la variación entre individuos aumenta significativamente en los portadores de ese alelo solo en la base del cráneo mientras que en el neurocráneo y la cara no se registra un aumento significativo. También encuentran que la base del cráneo es la región más afectada en los animales con la mutación en cuanto al cambio en la forma promedio, por ello sugieren que los mismos mecanismos del desarrollo que producen cambios en la forma media son también responsables de los patrones de variabilidad observados. Aquí también se evidencia que las diferentes regiones del cráneo muestran una regulación de la variación de la forma relativamente independiente y que en estos procesos se encuentran involucrados factores epigenéticos de diversa índole.

En síntesis, la evaluación de la canalización del tamaño y la forma craneofacial humana indicaron que,

contrariamente a lo esperado, no existe una tendencia a la reducción progresiva de la varianza durante la ontogenia postnatal ni para el neurocráneo ni para el esplacnocráneo. En consecuencia, la primera hipótesis fue rechazada. Sin embargo, se obtuvo una reducción significativa de la varianza en la forma en distintas edades para el neurocráneo y para la cara. Por lo tanto, la segunda hipótesis no pudo ser rechazada. Dicha reducción se asociaría con la finalización de eventos madurativos como el crecimiento cerebral y la emergencia total de la dentición adulta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Phillip Mennecier, Eugenia Cunha y Sofia Wasterlain por brindarnos el acceso a las colecciones a su cargo. Este trabajo fue financiado por el proyecto de incentivos N531 de la Universidad Nacional de La Plata.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Debat V, David P. (2001). Mapping phenotypes: canalization, plasticity and developmental stability. *Trends Ecol Evol*; 16:555-561.
2. Willmore KE, Young NM, Richtsmeier JT. (2007). Phenotypic variability: its components, measurements and underlying developmental processes. *Evol Biol*; 34:99-120.
3. Hallgrímsson B, Willmore K, Hall B. (2002). Canalization, developmental stability and morphological integration in primate limbs. *Yearb Phys Anthropol*; 45:131-158.
4. Zelditch ML, Lundrigan BL, Garland T. (2004). Developmental regulation of skull morphology. I. Ontogenetic dynamics of variance. *Evol Dev*; 6:194-206.
5. Willmore KE, Zelditch ML, Young N, Ah-Seng A, Lozanoff S, Hallgrímsson B. (2006). Canalization and developmental stability in the Brachyrhine mouse. *J Anat*; 208:361-372.
6. Young NM. (2006). Function, ontogeny and canalization of shape variance in the primate scapula. *J Anat*; 209:623-636.
7. Mitteroecker P, Bookstein F. (2008). The evolutionary role of modularity and integration in the hominoid cranium. *Evolution*; 62:943-958.
8. Martínez Abadías N. (2007). Evolutionary patterns of the human skull. A quantitative genetic analysis of craneofacial phenotypic variation. PhD Thesis, Universitat de Barcelona.
9. Humprey LT. (1998). Growth patterns in the modern human skeleton. *Am J Phys Anthropol*; 105:57-72.
10. Sardi ML, Ramírez-Rozzi FV. (2005). Cross-sectional study of human craniofacial growth. *Ann Hum Biol*; 32:390-396.
11. Gonzalez PN, Perez SI, Bernal V. (2010). Ontogeny of robusticity of craniofacial traits in modern humans: A study of South American populations. *Am J Phys Anthropol*; 142:367-379.
12. Sardi ML, Ramírez-Rozzi F. (2007). Developmental connections between cranial components and the emergence of the first permanent molar in humans. *J Anat*; 210:406-417.
13. Sardi ML. En prensa. La evolución de la ontogenia craneofacial en las poblaciones humanas. En *Darwin en el Sur, Ayer y Hoy. Contribuciones de la 1ra Reunión de Biología Evolutiva del Cono Sur*, Massarini et al. (eds) Libros del Rojas, Buenos Aires, pp 89-96.
14. Guihard-Costa AM. (1988). Estimation of fetal age from craniofacial dimensions. *Bull Assoc Anat (Nancy)*; 72: 15-19.
15. Wasterlain SN, Cunha E, Hillson S. En prensa. Periodontal disease in a Portuguese identified skeletal sample from the late nineteenth and early twentieth centuries. *Am J Phys Anthropol*; n/a. doi: 10.1002/ajpa.21464.
16. Rohlf F, Slice DE. (1990). Extensions of the Procrustes methods for the optimal superimposition of landmarks. *Syst Zool*; 39:40-59.
17. Bookstein FL. (1991). Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
18. Hallgrímsson B, Brown J, Ford-Hutchinson A, Sheets D, Zelditch ML, Jirik FR. (2006). The Brachiomorph mouse and the developmental-genetic basis for canalization and morphological integration. *Evol Dev*; 8:61-73.
19. Moss ML, Young RW. (1960). A functional approach to craniology. *Am J Phys Anthropol*; 18:281-292.
20. Enlow DH, Hans MG. (1996). Crecimiento facial. McGraw-Hill Interamericana, México DF.

RECUPERACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FRAGMENTOS FOLIARES DE HIEDRA (*Hedera helix* L.), UNA ESPECIE TÓXICA, EN HECES DE CACHORRO CANINO

RECOVERY AND IDENTIFICATION OF LEAF FRAGMENTS OF IVY (*Hedera helix* L.), A TOXIC PLANT,
IN DREGS OF CANINE PUPPY

Patricia Susana NASCA DE ZAMORA; Lorna Cynthia REID

Laboratorio de Histología Vegetal. Cátedra de Botánica General. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán.
Av. Roca 1900. CP. 4000 San Miguel de Tucumán. Argentina.

e-mail: fliazamora@yahoo.com

RESUMEN. Las epidermis vegetales presentan características particulares para diferentes especies; además, resisten la digestión de los animales, por lo cual es posible su identificación en las heces, mediante técnicas microhistológicas. Estas técnicas se utilizan en estudios sobre composición botánica de la dieta de herbívoros y/o confirmación de ingestión de plantas tóxicas. Aunque no hay antecedentes de su aplicación en animales no herbívoros, podría ser útil para confirmar diagnósticos de intoxicación de mascotas domésticas. Muchas plantas ornamentales producen intoxicaciones en mascotas; entre ellas, la hiedra. En este trabajo se analiza la posibilidad de identificación de fragmentos foliares de hiedra en heces de un cachorro canino. Se suministraron hojas de hiedra, junto con el alimento balanceado, a una hembra canina de 4 meses, previo ayuno y confinamiento durante 24h. Se recolectaron muestras de materia fecal desde ese momento hasta 72h posteriores a la ingesta. Se confeccionaron preparados de referencia de hiedra y del alimento balanceado. Se recuperaron fragmentos y epidermis foliares de hiedra, en muestras tomadas desde 8 a 48h posteriores a la ingesta. En todas las muestras se encontraron restos vegetales correspondientes al alimento. Se concluye que, realizando ajustes, es posible la aplicación de esta técnica en medicina veterinaria para cachorros caninos.

Palabras clave: microhistología vegetal, heces caninas, hiedra.

ABSTRACT. Plant leaf epidermis presents particular characteristics for different species. In addition, it resists the digestion of animals, for which its identification is possible in the dregs, by means of microhistological technologies. These technologies are in use in studies on botanical composition of the diet of herbivores and / or confirmation of ingestion of toxic plants. Though there are no precedents of his application in not herbivorous animals, it might be useful to confirm diagnoses of poisoning of domestic pets. Many ornamental plants produce poisonings in pets; between them, the ivy. In this work there is analyzed the possibility of identification of leaf fragments of ivy in dregs of a canine puppy. Leaves of ivy were supplied, together with the food to a canine female of 4 month, previous fasting and confinement during 24h. There were gathered samples of fecal matter from this moment up to 72h later to the ingestion. They were made prepared of reference of ivy and of the balanced food. Leaf fragments and epidermis of ivy, were recovered in samples taken from 8 to 48h later to the ingestion. In all the samples vegetable remains were found, corresponding to the food. One concludes that, realizing adjustments, there is possible the application of this technology in veterinary medicine for canine puppies.

Key words: microhistology, dog faeces, ivy.

INTRODUCCIÓN

Algunos tejidos vegetales, como la epidermis o los vasos xilemáticos, resisten el pasaje por el tracto digestivo de los animales, permaneciendo prácticamente inalterables. Además, las características epidérmicas de las plantas presentan distintos patrones para diferentes géneros o especies, permitiendo así su reconocimiento mediante el análisis microscópico. Basados en estos hechos, los investigadores Baungartner y Martin (1) idearon la técnica microhistológica, que consiste en la identificación de epidermis vegetales presentes en muestras fecales, estomacales o fistulares de animales herbívoros. La identificación de fragmentos de plantas en el contenido digestivo de herbívoros permite realizar análisis cualitativos y cuantitativos de la composición botánica de sus dietas y confirmar la ingestión de especies tóxicas (2).

Muchas plantas ornamentales cultivadas en jardines públicos o privados, pueden producir intoxicaciones en cachorros caninos o felinos que las mordisquean e ingieren por curiosidad (3). En estos casos, mediante la técnica microhistológica podría detectarse la especie vegetal causante de la intoxicación posibilitando la adopción de posteriores medidas preventivas. Para ello es necesario realizar ajustes a esta técnica ya que en la bibliografía no se encontraron antecedentes de su uso en animales no herbívoros.

Dentro de las plantas ornamentales de cultivo común en Argentina se encuentra la hiedra, *Hedera helix* L. Esta planta posee saponinas en hojas y frutos, que pueden hidrolizarse a compuestos tóxicos denominados hederinas. Estos, cuando son ingeridos

en cantidad suficiente, provocan intoxicaciones en animales y personas. Los síntomas que caracterizan a esta intoxicación incluyen: vómitos, diarrea, agitación, espasmos musculares y parálisis. Sobre la piel, se pueden observar eritema y presencia de ampollas (4).

Con el objeto de realizar una experiencia preliminar de ajuste de la técnica microhistológica en animales no herbívoros, en el presente trabajo se analiza la posibilidad de recuperación e identificación de fragmentos foliares de hiedra a partir de las heces de un cachorro canino al que se le administraron hojas de esta especie junto con el alimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamiento del cachorro y toma de muestras de materia fecal

Se trabajó con un animal de la especie canina, hembra, mestiza, de 4 meses, estado general muy bueno, libre de parásitos. Su peso al momento del ensayo fue de 6,800 Kg. Se confinó al animal en una jaula de internación 24 h antes del comienzo de la experiencia, para evitar el consumo accidental de otras especies vegetales durante el periodo de ingesta y muestreo. Durante todo el período de ensayo se mantuvo la dieta habitual, consistente en alimento balanceado seco, de calidad *premium*. La alimentación se ofreció en dos raciones diarias. Su suministro al animal, 10 gr de hojas de hiedra (*Hedera helix* L.), correspondientes a 3 gr de materia seca, dividida en 2 porciones, una a las 10:00 h y otra a las 19:00 h del primer día de ensayo, previo ayuno de 24 h.

Las muestras de materia fecal se recolectaron a partir del momento del confinamiento considerando "muestra 0" la última emitida por el canino, antes de

la ingestión del vegetal en estudio. Las siguientes se recolectaron hasta las 72 h posteriores a la ingesta de hiedra. En cada muestreo se homogeneizó la materia fecal emitida y se tomó una muestra de aproximadamente 5 gr, equivalente a una cucharadita de té. Se registró la hora de recolección y las características macroscópicas de las heces. Las muestras se conservaron en frascos con fijador FAA, rotuladas cronológicamente.

Preparados de referencia

Hojas de hiedra

Con el fin de contar con imágenes conocidas para establecer una comparación, se extrajeron, con el método de Schultze (5), las epidermis adaxial y abaxial de hojas de hiedra, se confeccionaron preparados microscópicos y se tomaron fotografías. Se observaron y describieron las zonas nerval e internerval de ambas epidermis. Para las descripciones se tomaron en cuenta la forma de las células epidérmicas fundamentales, siguiendo la terminología propuesta por Dilcher (6), la presencia o ausencia de estomas, presencia o ausencia de tricomas, el tipo de tricomas y el tipo de estomas, según la clasificación propuesta por Van Cottem (7).

Alimento balanceado

Se analizaron al microscopio muestras del alimento balanceado suministrado al cachorro con el fin de determinar la presencia de fragmentos vegetales, propios de los ingredientes del mismo, que pudieran interferir con la identificación de fragmentos de hiedra en la materia fecal. Se colocaron en una caja de Petri 2 a 3 granos de alimento balanceado, y se hidrataron con agua caliente a fin de facilitar y acelerar el proceso

de desintegración. Se dejaron reposar de 10 a 30 minutos y luego se desmenuzaron con una varilla de vidrio hasta formar una pasta cremosa. Se tomaron pequeñas porciones, se suspendieron en agua y se observaron al microscopio. Para la confirmación de la presencia de almidón, se utilizó una solución de Lugol como colorante específico y el reactivo Sudán IV para el reconocimiento de componentes lipídicos.

Tratamiento de las heces

Las muestras fecales fueron suspendidas en solución enriquecida de NaCl y posteriormente centrifugadas. Se analizaron al microscopio, por separado, el sobrenadante y el precipitado. Las estructuras observadas se compararon con las encontradas en los preparados microscópicos de hojas de hiedra y de alimento balanceado.

RESULTADOS

Descripción de las epidermis foliares de hiedra.

La hoja de hiedra, en la cara adaxial no presenta estomas. Las células epidérmicas fundamentales son isodiamétricas o alargadas en proporción 2:1; de contorno lobulado, con 5 a 8 lóbulos, semejantes a las piezas de un rompecabezas (fig. 1). Sobre las venas, las células son isodiamétricas o ligeramente alargadas y tienen forma poligonal, con 3 ó 4 lados. Se presentan ordenadas en filas longitudinales, paralelas a la nervadura. No se observan estomas. Existen formas de transición entre las células lobuladas de la zona internerval y las células poligonales de la zona nerval (fig. 2).

La epidermis abaxial presenta abundantes estomas anomocíticos. Las células epidérmicas fundamentales son alargadas o isodiamétricas, de contorno lobulado,

con 5 a 8 lóbulos, como las de la cara adaxial

(figs. 3 y 4).

Sobre las venas las células tienen contorno poligonal, generalmente con 4 lados; son isodiamétricas a ligeramente alargadas y están ordenadas en filas longitudinales. En esta zona no se observan estomas (fig.5).

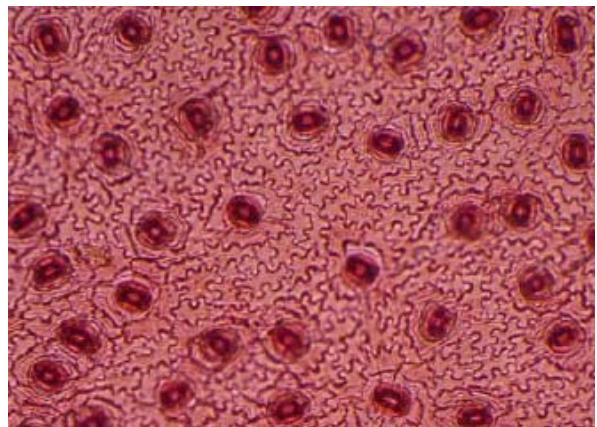


Figura 3. Hoja de hiedra, epidermis abaxial, zona internerval. Estomas anomocíticos.



Figura 1. Hoja de hiedra, epidermis adaxial, zona internerval.



Figura 4. Hoja de hiedra, epidermis abaxial. Detalle de un estoma.

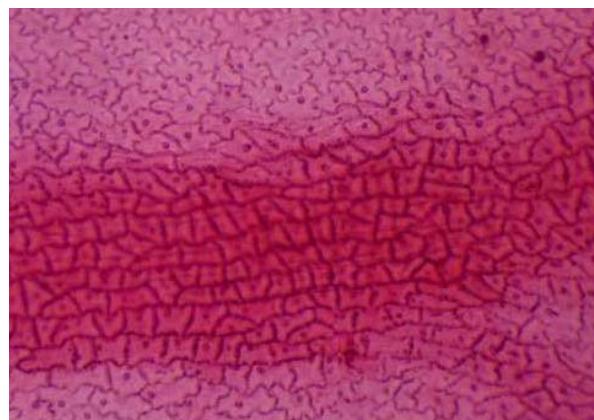


Figura 2. Hoja de hiedra, epidermis adaxial, zona nerval.

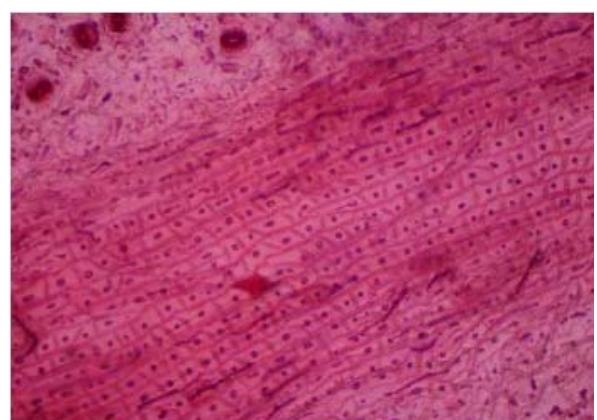


Figura 5. Hoja de hiedra, epidermis abaxial. Zona nerval.

Alimento balanceado

En la muestra de alimento balanceado se encontraron cristales aciculares insolubles en agua, que generalmente se presentan agrupados (fig. 6). También granos de almidón de diverso origen, que se tiñen de azul oscuro con lugol (fig. 7). Entre los granos de almidón se identificaron algunos con morfología de tipo poroto: de forma oval e hilo alargado y ramificado (fig. 8). Se encontraron también fibras y vasos xilemáticos disociados (figs. 9 y 10) y porciones

de tejidos vegetales formados por células isodiamétricas de color pardo oscuro, de contorno poligonal, con paredes gruesas y claras, sin estomas (fig. 11).

Estas porciones de tejidos frecuentemente se encuentran superpuestas con estructuras típicas de epidermis de Gramíneas (fig. 12). Se observaron también componentes lipídicos, que reaccionan con el colorante específico tomando color anaranjado intenso (fig. 13) y partículas diversas no identificadas (fig. 14).



Figura 6. Muestra de alimento balanceado: cristales aciculares.



Figura 8. Muestra de alimento balanceado: granos de almidón tipo poroto.

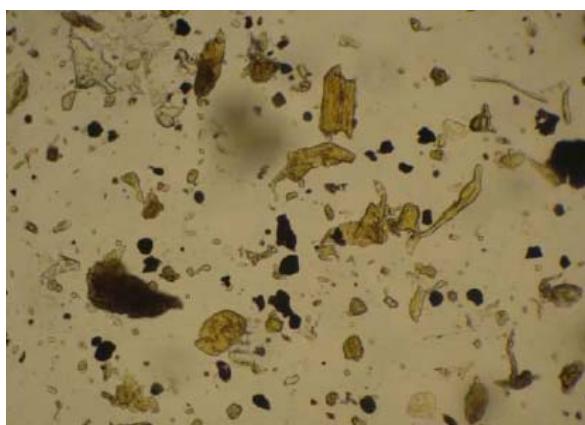


Figura 7. Muestra de alimento balanceado: granos de almidón, teñidos con lugol.



Figura 9. Muestra de alimento balanceado: fibra vegetal.



Figura 10. Muestra de alimento balanceado: vasos xilemáticos.

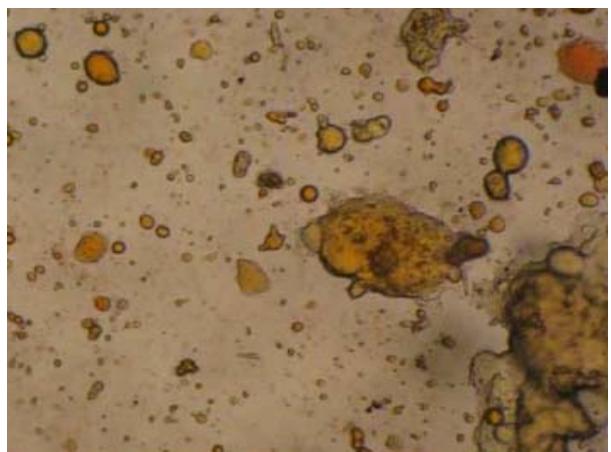


Figura 13. Muestra de alimento balanceado: componentes lipídicos.



Figura 11. Muestra de alimento balanceado: tejido vegetal, sin estomas.

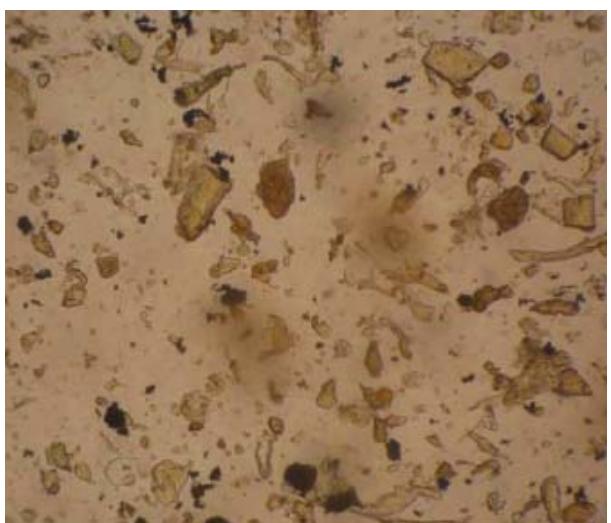


Figura 14. Muestra de alimento balanceado: partículas sin identificar.

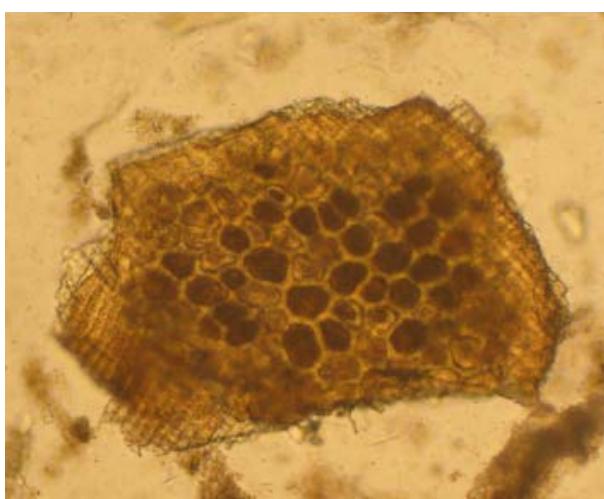


Figura 12. Muestra de alimento balanceado: salvado de trigo.

Materia fecal

En la tabla 1 se consigna, para cada muestra de materia fecal, el tiempo transcurrido desde la ingestión de hiedra y las estructuras encontradas en el análisis microscópico.

Nº de muestra	Tiempo desde la ingesta de hiedra	Estructuras encontradas en el análisis microscópico
0	Muestra anterior a la ingesta.	Componentes del alimento balanceado.
1	8 horas	Componentes del alimento balanceado. Fragmentos de hoja de hiedra.
2	24 horas	Componentes del alimento balanceado. Fragmentos de hoja de hiedra.
3	30 horas	Componentes del alimento balanceado.
4	36 horas	Componentes del alimento balanceado.
5	48 horas	Componentes del alimento balanceado. Fragmentos de hoja de hiedra.
6	72 horas	Componentes del alimento balanceado.

Tabla 1. Muestra de materia fecal, tiempo transcurrido desde la ingesta de hiedra y estructuras encontradas en el análisis microscópico.

En todas las muestras se encontraron fragmentos vegetales correspondientes al alimento balanceado: en el sobrenadante se encontraron abundantes cristales en forma de aguja (fig. 15).

En el precipitado: fragmentos de epidermis con células isodiamétricas, de paredes gruesas (fig. 16), fragmentos de epidermis típica de Gramíneas (fig. 17), elementos conductores del xilema (fig. 18) y partículas varias, no identificadas.



Figura 15. Muestra de materia fecal: cristales aciculares.



Figura 16. Muestra de materia fecal: salvado de trigo.

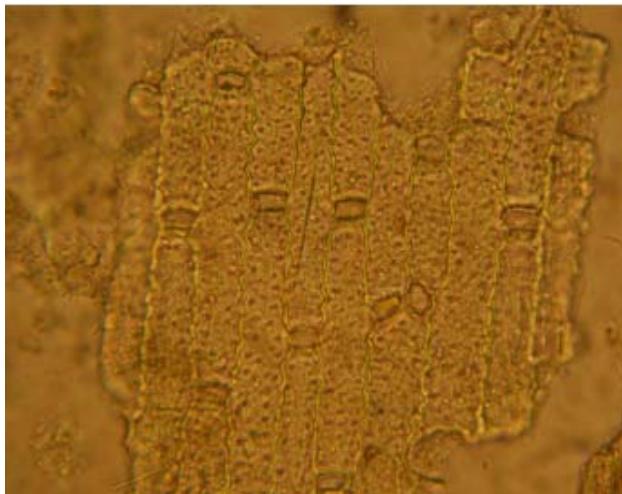


Figura 17. Muestra de materia fecal: epidermis de Gramínea.

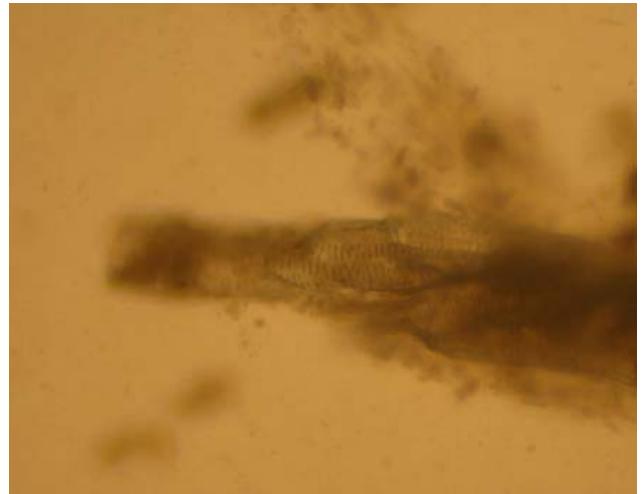


Figura 18. Muestra de materia fecal: vasos xilemáticos.

En el precipitado de las muestras 1, 2 y 5 se encontraron fragmentos foliares con características típicas de las hojas de hiedra: células epidérmicas

fundamentales lobuladas y estomas anomocíticos (figs. 19 a 22).

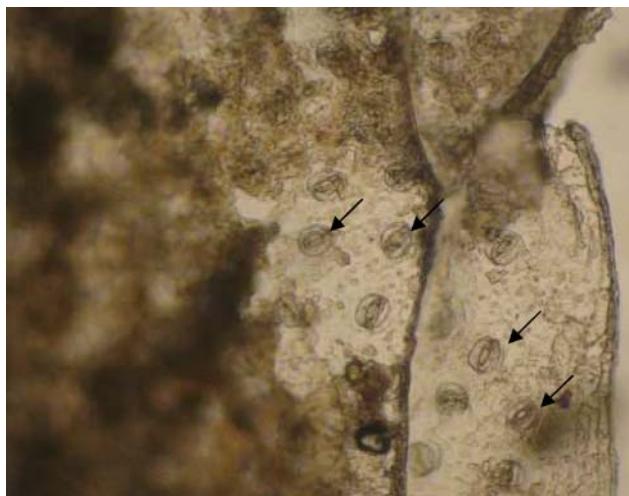


Figura 19. Muestra de materia fecal: fragmento foliar de hiedra. Las flechas indican estomas.



Figura 20. Muestra de materia fecal: fragmento foliar de hiedra. Detalle de un estoma.

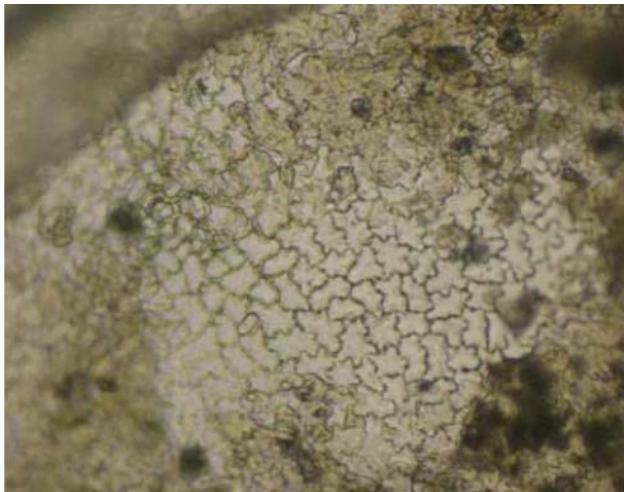


Figura 21. Muestra de materia fecal: epidermis adaxial de hiedra, sin estomas.

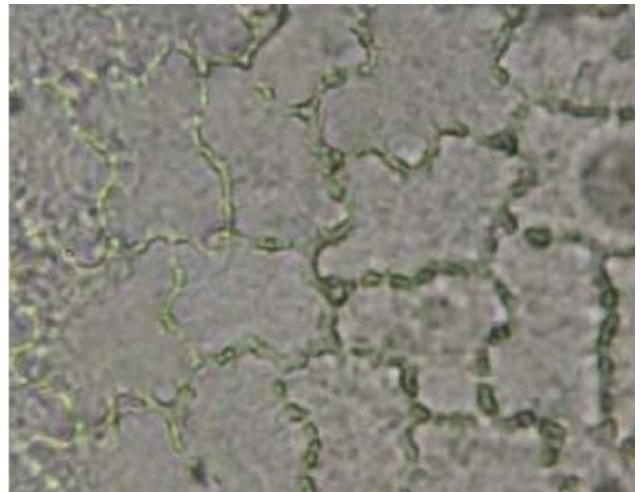


Figura 22. Muestra de materia fecal: epidermis adaxial de hiedra, sin estomas. Detalle.

DISCUSIÓN

La identificación de las estructuras correspondientes a la planta tóxica y al alimento suministrado, fue posible por comparación con las muestras patrones. Jalil et al (8), comparando con muestras puras, identificaron los fragmentos de epidermis sin estomas, formadas por células isodiamétricas de paredes gruesas, como salvado de trigo, un componente común en los alimentos balanceados para mascotas.

Otros componentes del alimento balanceado, como los granos de almidón, no se encontraron en las muestras fecales; probablemente porque fueron transformados y asimilados durante el proceso digestivo.

Los fragmentos y epidermis foliares de hiedra se recuperaron de las deposiciones emitidas entre 8 y 48 horas posteriores a la ingesta (Tabla 1). En todos los casos los fragmentos se encontraron en el precipitado de las muestras centrifugadas. Estos datos serán de

gran importancia al momento de diseñar un protocolo de toma de muestras para la identificación de especies vegetales tóxicas en la materia fecal de mascotas.

CONCLUSIÓN

Se concluye que, realizando ajustes, es posible la aplicación de esta técnica en medicina veterinaria para cachorros caninos.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Elizabeth Zita Ortega por su inestimable colaboración en el análisis de muestras del alimento balanceado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baungartner LL, Martin AC. (1939). Plant histology as aid in squirrel food habits studies. *J. Wild. Manage*; 3: 266-268.
2. Pelliza de Sbriller A. (1993). Acerca de la Microhistología. INTA Comunicación Técnica N° 32.
3. Monteverde S. Intoxicaciones causadas por plantas Ornamentales y de Jardín. Asociación Argentina de Medicina Felina. http://www.aamefe.org/intoxicaciones_plantas_monteverde.htm[Consulta:26/02/2008].
4. Zeinsteiger PA, Gurni A. (2004). Plantas tóxicas que afectan el aparato digestivo de caninos y felinos; *Rev. Vet*. 15: 35-44.
5. D'Ambrogio de Argüeso A. (1986). Manual de Técnicas en Histología Vegetal. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
6. Dilcher DL. (1974). The study of angiosperm leaf remains. *Bot Rev*; 40: 1-157.
7. Van Cootthem W R. (1970). A classification of stomata types. *Bot J Linn Soc*. 63: 235-246.
8. Jalil AC, Medina MM, Ortega EZ. (2010). Descripción de Caracteres Microscópicos de Componentes Vegetales de Alimentos Balanceados Para Mascotas. Cuartas Jornadas de Jóvenes Investigadores UNT - CONICET. Tucumán, Argentina. Junio 22 al 24. Comunicación N° 49, pp. 1-11.

DISTORSIÓN EN TOMOGRAFÍA DENTA-SCAN

DISTORTIONS IN DENTA-SCAN TOMOGRAPHY

Darío CUCHIARELLI 1,2; Nicolás DIULIO 2

1-Centro de Diagnóstico por Imagen Buenos Aires (TcBa). Argentina.

2-Centro Odontológico Dr. Darío Cucchiarelli. La Plata, Pcia. de Buenos Aires. Argentina.

e-mail: masterdocdario@gmail.com

RESUMEN. Uno de los métodos de diagnóstico por imágenes que se considera en implantología es la tomografía axial computada. Esta técnica es considerada como la más confiable hasta ahora, ya que sería la que reproduce la imagen del hueso en una relación de 1 : 1. Este estudio valora la precisión de la Tomografía Axial Computada por Sistema Denta-Scan de acuerdo al patrón de referencia utilizado para dicho estudio en la programación de la computadora del tomógrafo. Se utilizaron cráneos desdentados, a los cuales se les confeccionaron rodetes de dimensión vertical y se les colocaron testigos de una medida conocida. Se comparó, la técnica convencional de tomografía con otra técnica en la cual se incorporaba la modificación del plano de referencia original del estudio, de acuerdo al que se utiliza en un acto quirúrgico, que es el plano oclusal. Los valores obtenidos demuestran que la técnica modificada es más representativa para el plano utilizado en la cirugía dentomaxilar.

PALABRAS CLAVE: tomografía, prótesis, plano oclusal, implantes.

ABSTRACT. One of the methods of image diagnosis in implantology is the computed axial tomography, the reference plane used to carry out the study is the Horizontal Plane that is taken parallel to the roof of the palatine vault. Instead, the surgical reference is the Oclusal Plane (Prosthetic Cámper Plane). Then, if we changed the reference used in the tomography, to the Occlusion Plane, we could have a realer image of the bone. To carry out the experience, 15 maxillary superior toothless skulls were selected, those had belonged to mature people that had lost their jag pieces prior to their decease. To each one of them, they were made a wax bun, with the Plane Oclusal reference (Cámper Prosthetic Plane), and they were placed a witness implants of 10 mm x 3.3 mm. To each skull they were taken two tomography, one with the conventional technique and another using the Cámper Prosthetic Plane. The tomography used was the helical type, Philips trademark MX8000 with courts of 1.3 mm each 0.6mm. To be able to carry out the comparative measurement between one and another technique, it was used a caliper trademark VIS (made in Poland). The results obtained with each technique and each samples were evaluated. One could observe that speaking in percentage, the standard technique (Horizontal) showed a magnification of 19.20% with regard to the technique in study (Oclusal), that showed a 16.5% magnification. The study showed distortions with regard to the real measures of the witness. These distortions were minimized for the case of the Oclusal Technique but none of them gave with the absolute representative of the patron measure.

KEY WORDS: tomography, prosthesis, oclusal plane, implant.

INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos que hay que asumir en el momento de planificar una cirugía para implantes es el diagnóstico correcto de la zona a operar (1) para obtener los resultados esperados.

Los métodos de diagnóstico por imágenes sin lugar a duda son los más utilizados, ya que son necesarios para tener una idea orientativa de la realidad que nos espera en el momento quirúrgico. Dentro de estos, la técnica de tomografía axial computada es considerada hasta hoy en día como aquella que nos representa la realidad más precisa sin distorsión, es decir que reproduce perfectamente la anatomía del hueso en estudio (2).

El tomógrafo utiliza una computadora con un software denominado Denta-Scan, a partir del cual se logra esta precisión de medida, aparentemente real. Este sistema realiza cortes en forma de rebanadas a lo largo de todo el maxilar en cuestión y muestra cada porción en una imagen milimetrada con lo cual no existirían diferencias con el tamaño real; pero si estarían sujetos al plano de referencia con que se programe el tomógrafo para realizar el primer corte.

Para este estudio, en la tomografía, el plano de referencia utilizado es un plano horizontal que se toma paralelo al techo de bóveda palatina. Esto, da cortes paraxiales del hueso de determinadas medidas a partir de lo cual se realiza el diagnóstico y planificación del acto quirúrgico.

Tanto en el diagnóstico y planificación sobre modelos como en el acto quirúrgico para la colocación de implantes, la referencia utilizada es el plano oclusal. Este plano es paralelo a otro plano utilizado

en prótesis que es el Plano de Cámpfer y que sirve como referencia para determinar la correcta posición del mismo. Este plano es otra línea imaginaria que va desde el centro del conducto auditivo externo hasta la espina nasal anterior. De esta forma, si la referencia de planificación de estudio, clínica y quirúrgica es el plano oclusal, existiría una discrepancia con el plano de referencia utilizada para el diagnóstico sobre imágenes de la tomografía axial computada por Denta-Scan. Por lo tanto si cambiáramos la referencia utilizada en la tomografía computada al plano oclusal, podríamos tener una imagen más real del hueso en el corte paraxial.

El Objetivo General de este estudio es comparar las medidas de los cortes paraxiales de ambas técnicas entre sí en pacientes desdentados.

El Objetivo específico es valorar el efecto de la modificación del plano de referencia de la tomografía axial computada por sistema Denta-Scan, trasladando el plano del techo de bóveda palatina, al plano de utilización protética, que va desde el centro del conducto auditivo externo a la espina nasal anterior.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la experiencia, se seleccionaron en forma aleatoria 15 cráneos desdentados de maxilar superior (3), de personas adultas que habían perdido sus piezas dentarias con anterioridad al deceso (4).

El primer paso consistió en realizar unos rodetes de cera rosa para el maxilar superior, con un plano oclusal paralelo al Plano de Cámpfer de acuerdo a los criterios estándar que se utilizan para la confección de una prótesis completa (5). Para esto, se tomó una

impresión con alginato (marca C.A. 37 Caulk) de todo el maxilar edéntulo del cráneo y se hizo un vaciado con yeso (tipo taller marca Bayer) para la obtención del modelo (6). Una vez confeccionada y recortada la réplica, se procedió a la confección del rodete de cera para poder simular el plano de oclusión del paciente. Primero se pintó el modelo con vaselina sólida; se tomó una placa de Base-Plate, se calentó a la llama de un mechero bunsen y se adaptó a la anatomía del modelo, recortándose los excesos. Una vez obtenida la placa base, se tomó una lámina de cera rosa y plastificándola con el calor de la llama del mechero se enrolló en sí misma. A continuación se arqueó y se dispuso encima de la placa base a manera de herradura, siguiendo toda la arcada y reemplazando las piezas dentarias. Luego se le dio una forma cuadrangular con ángulos bien marcados y con una altura de 22 mm a lo largo de toda la arcada; de esta manera, obtuvimos una superficie plana de lo que representarían las superficies oclusales de todos los dientes de la arcada. Para que el rodete no se mueva o bascule se realizó una estabilización con calor directamente sobre el maxilar superior del cráneo, previo haberlo pintado con vaselina sólida para que éste no se adhiera.

Para poder orientar el plano de oclusión que tendría el cráneo, se utilizó el principio protético de paralelismo, entre el plano de oclusión y el Plano de Cámpfer, el cual fue descripto en la introducción.

El instrumento utilizado fue un Plano de Fox de acrílico estándar y un calibre milimetrado marca VIS (made in Poland). Se colocó el rodete sobre el maxilar superior del cráneo y sobre su superficie oclusal, se asentó el Plano de Fox. Seguidamente se determinó el

Plano de Cámpfer con la regla, en una vista frontal y en vistas laterales derecha e izquierda.

Para la vista frontal se tomó como referencias óseas los agujeros suborbitarios y bordes inferiores de las órbitas y para las vistas laterales la espina nasal anterior y el conducto auditivo externo. Se buscó el paralelismo entre los planos descriptos por los puntos de referencias y el Plano de Fox desgastando o agregando cera según corresponda.

Una vez obtenido el plano de oclusión, se procedió a colocar a lo largo de toda la superficie oclusal del rodete, los implantes que permitirían hacer las medidas utilizadas como referencias, a partir del estudio en el tomógrafo. Para esto, primero se identificó la ubicación del testigo que mejor imagen nos mostrara en la vista tomográfica, ya que a partir de este testigo se basaría la medición de la variabilidad entre el plano utilizado regularmente en los estudios tomográficos (plano techo de bóveda palatina) y el plano de referencia en estudio (plano oclusal).

Se procedió para el análisis con la división en cuadrantes de la superficie del rodete, en las cuales se colocaron implantes en cada uno. De todos los cuadrantes analizados, se seleccionó el cuadrante correspondiente a Premolares Izquierdos para el análisis debido a que el implante se ubicaba en un mejor eje de axialidad con respecto a la reabsorción asimétrica de las demás zonas (7). Cada implante se colocó perpendicular al plano oclusal, es decir simulando el eje de inserción utilizado en un acto quirúrgico normalmente (8); el cual estaría dado por una guía quirúrgica en un paciente desdentado o la simple alineación dentaria en un parcialmente

desdentado (9). Para que el plano oclusal se observara como una sola línea en una vista lateral en las tomografías, se colocó una lámina de estructura radiopaca sobre la superficie (10).

El elemento que se utilizó como testigo fue un implante de titanio, con una medida real de 10 mm de

largo y un diámetro de 3.3 mm; perteneciente a la línea Branemark (Nobel Biocare). Éste se seleccionó para el estudio, debido al bajo nivel de artefactos que producía en calidad de imagen y la seguridad en su construcción (figs. 1 y 2).

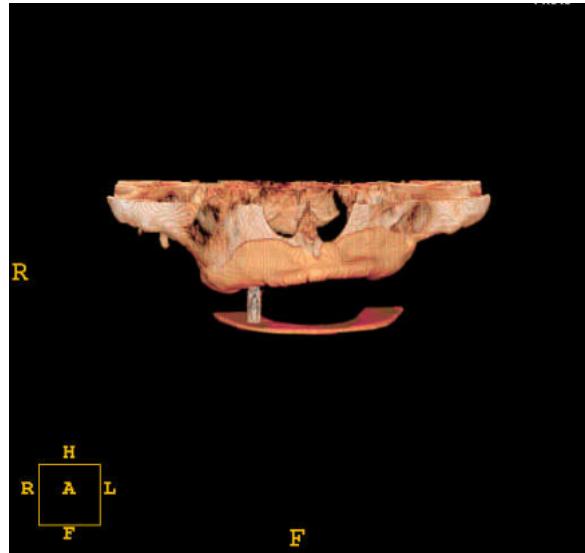


Figura 1. Vista Frontal 4D de la ubicación del implante, con respecto al Plano Oclusal.

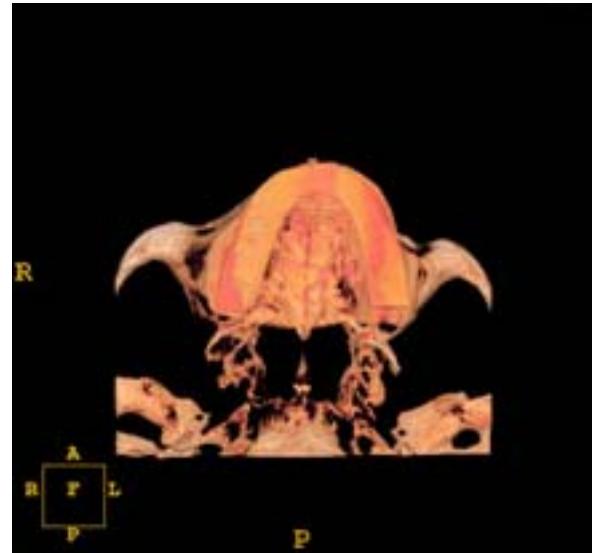


Figura 2. Vista Coronal 4D de la ubicación del implante, con respecto al Plano Oclusal.

A cada cráneo se le hicieron dos tomografías (11) con un mismo rodete de cera y un mismo testigo. Una tomografía con la técnica estándar, que utilizaría el plano horizontal del techo de bóveda palatina; y otra que utilizaría el plano de oclusión. Para poder realizar ambas técnicas, primero se inmovilizaron los cráneos a los cabezales de la camilla del tomógrafo. La ubicación espacial de los mismos, estuvo dada en base a un haz de luz láser que mediante ejes cartesianos nos dio un apropiado posicionamiento para el análisis. El tomógrafo utilizado fue del tipo helicoidal de última generación (12), donde la camilla

se desplaza permanentemente con la muestra, mientras que el tubo de rayos va disparando continuamente. Por lo tanto los cortes son ininterrumpidos en forma de espiral. La información obtenida con esta técnica posteriormente puede procesarse digitalmente obteniendo espesores de 1.3 mm a intervalos de 0.6mm. La primera vista fue la imagen lateral del cráneo llamada Scout View. Se determinó el área de estudio, tomando como referencia la imagen de cráneo lateral desde por encima del techo de bóveda palatina hasta por debajo del rodete de cera (figs. 3 y 4). Luego el equipo

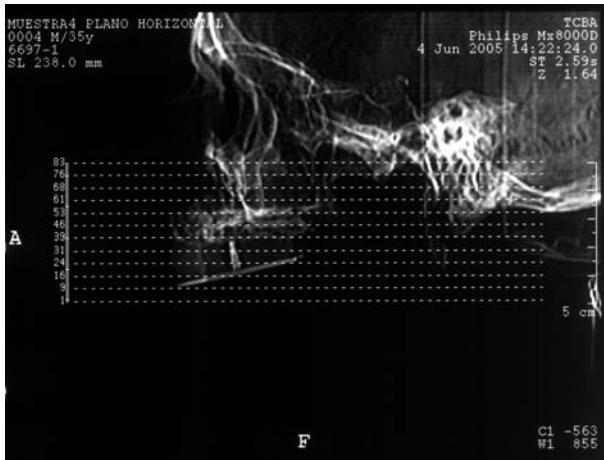


Figura 3. Vista lateral del Scout View para la técnica convencional del Plano Horizontal. (Nótese que los cortes son paralelos al techo de la bóveda palatina).

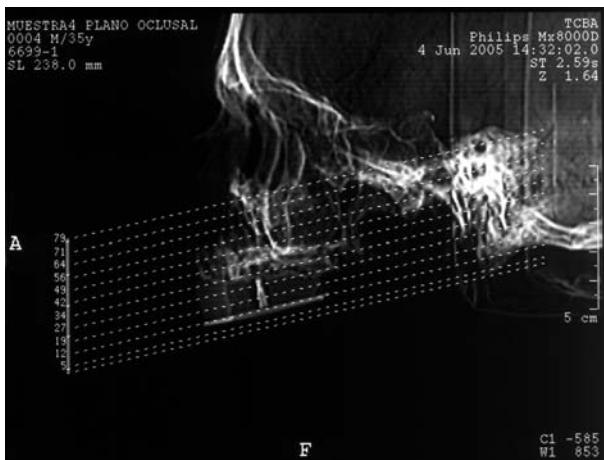


Figura 4. Vista lateral del Scout View para la técnica de estudio del Plano Oclusal. (Nótese que los cortes son paralelos al Plano Oclusal).

reformateó las imágenes paralelas de los planos horizontal y oclusal generando un modelo de arco o herradura. El tomógrafo, seleccionó puntos de localización a todo lo largo y centro de la arcada, conectándolos para formar una línea que recorre la curvatura del maxilar en análisis. Esta línea define donde el programa recopilará los datos, para así

generar imágenes paraxiales perpendiculares, como así también los cortes panorexes. Los cortes panorexes son a modo de panorámica una vista completa de izquierda a derecha de toda la unidad de análisis y de acuerdo al espesor que halla de tabla externa a tabla interna serán en número de dos, tres, cuatro o incluso hasta cinco; mostrando distintas profundidades (13). Cada corte panorex, es de 2 con 2, es decir de 2mm de espesor cada 2 mm de distancia. El borde inferior de la imagen panorámica tiene una tabla numérica, desde la cual se pudo seleccionar la altura de la zona que queríamos estudiar. Tomando esta referencia, se consultó el corte paraxial donde se encontraba el implante testigo. Para poder realizar la medición comparativa entre una y otra técnica se utilizó la escala de medida que se encuentra en el margen izquierdo de cada corte, un compás de puntas secas y un calibre milimetrado. Esta es una escala de 3 cm reales y está calibrada en milímetros de acuerdo a la información que nos da el tomógrafo.

Debido a que cada corte paraxial está reconstruido por el programa cada 2 mm de espesor y cada implante testigo tiene un diámetro de 3.3 mm, parte de la información estuvo dada en uno o dos cortes dependiendo donde haya caído el corte de la reconstrucción.

Ahora bien, colocar un implante con una axialidad y que esté perpendicular al plano de oclusión no es tarea difícil para un implantólogo (14) que halla realizado su planificación protética correctamente (15), ya que esta axialidad es la que le garantizará el éxito en tiempo, cuando ese implante sea sometido a la carga masticatoria. Pero colocar un implante en una axialidad tomográfica (16), es decir que espacialmente

pueda verse toda la longitud en un solo corte paraxial es cuestión del azar; sobre todo cuando ya se explicó que la reconstrucción del Denta-Scan la realiza el programa cada 2 mm. (17).

Por lo tanto, cuando la longitud del implante se observó en un solo paraxial, con un compás de punta seca, se transportó la medida del implante a la escala milimetrada del calibre y se registró en una tabla con la referencia a la muestra y técnica perteneciente.

Cuando el corte de la reconstrucción se dio en el medio del implante, la imagen estaba repetida en 2 cortes, existiendo parte de la información de la longitud del implante en un corte y parte de la información de la longitud en otro corte; de modo que se registró el tope del implante en uno y la base en el otro. Para poder transferir correctamente las medidas, se trabajó por el sistema de paralelas y perpendiculares, utilizando regla y escuadra de la siguiente manera:

Primero se colocó una regla sobre la escala

milimetrada dada por el programa en la película, luego se colocó una escuadra, deslizándola en forma perpendicular a ésta, hasta llegar al tope del implante, donde se trazó una línea que llegue hasta la escala. A continuación se hizo lo mismo en el otro corte, sólo que esta vez marcando la base del implante.

Debido a que la escala del corte paraxial está ubicada a la misma altura en un corte que en el otro con respecto a la imagen, se pudo unificar las medidas en un solo corte mediante el conteo de rayas milimetradas de un corte y traspasarlas al otro. Luego se midió con el compás de puntas secas el comienzo y el final de la distancia determinada, se transportó a la escala milimetrada del calibre y se registró en la tabla de resultados (fig. 5).

A partir de esto, el estudio se desarrolló de la manera anteriormente explicada para cada técnica y para todas las muestras.

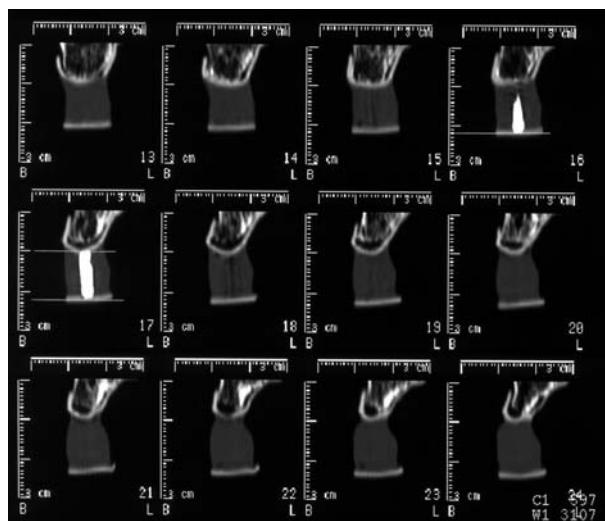
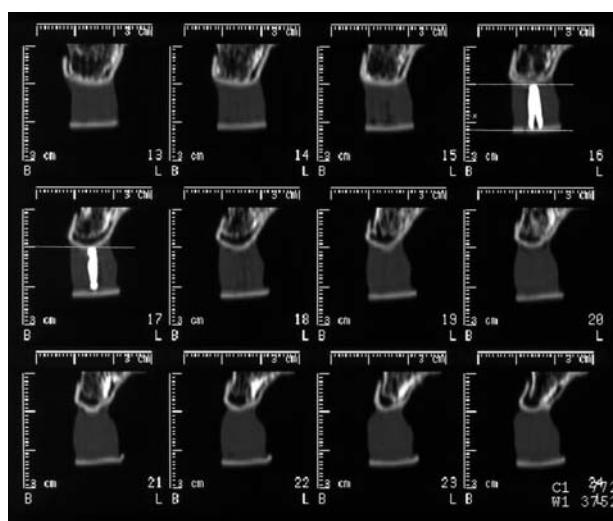


Figura 5. Vistas del corte Sagital con el Implante Testigo para la Técnica Horizontal (izq.) y Oclusal (der.).

La experiencia se repitió a los 15 cráneos. Para evaluar los resultados se realizó una tabla comparativa con la medida de cada testigo, obtenida con cada técnica.

Para la elaboración de los resultados se confeccionó una tabla donde se puede observar cada una de las muestras con las variaciones de cada una de las técnicas y la ubicación en la película del corte tomográfico donde se realizó la medida.

Análisis estadístico:

La estadística fue de tipo descriptiva donde se interrelacionaron las dos técnicas o “variables”, agrupadas de a pares con el testigo, con un desvío estándar de 0,0746 para la Técnica Horizontal y 0,1506

para la Técnica Oclusal.

El método estadístico utilizado fue el Test de Student, se consideraron significativas las diferencias $P < 0,05$.

RESULTADOS

Los resultados encontrados se observan en la Tabla 1.

Los resultados encontrados muestran que en ambas técnicas se obtuvieron valores significativamente diferentes a la medida de los testigos.

MUESTRA	MEDIDA ABSOL.	TÉCNICA HORIZONTAL	CORTE TOMOG.	TÉCNICA OCCLUSAL	CORTE TOMOG.
1	10.00	12.00	16-17	11.80	16-17
2	10.00	11.90	16	11.70	16-17
3	10.00	11.90	22	11.80	22
4	10.00	11.80	19	11.60	23
5	10.00	12.00	22	11.50	21-22
6	10.00	12.00	19	11.80	20
7	10.00	11.80	19	11.90	22
8	10.00	12.00	19-20	11.80	22
9	10.00	11.90	13-14	11.80	18
10	10.00	11.80	15-16	11.60	19-20
11	10.00	12.00	14	11.50	18-19
12	10.00	11.90	22	11.50	23
13	10.00	11.90	16-17	11.50	20-21
14	10.00	11.90	19-20	11.50	22
15	10.00	12.00	18-19	11.50	21

Tabla 1. Resultados de las mediciones de la experiencia expresada en milímetros.

El histograma nos muestra una tendencia a acercarse más a las medidas de los testigos de la Técnica Oclusal que de la Técnica Horizontal (Gráfico 1).

Se pudo observar que, hablando en porcentaje, la técnica estándar (Horizontal) mostró una magnificación del 19.20 % con respecto de la técnica en estudio (Oclusal) que mostró una magnificación del 16.5 %.

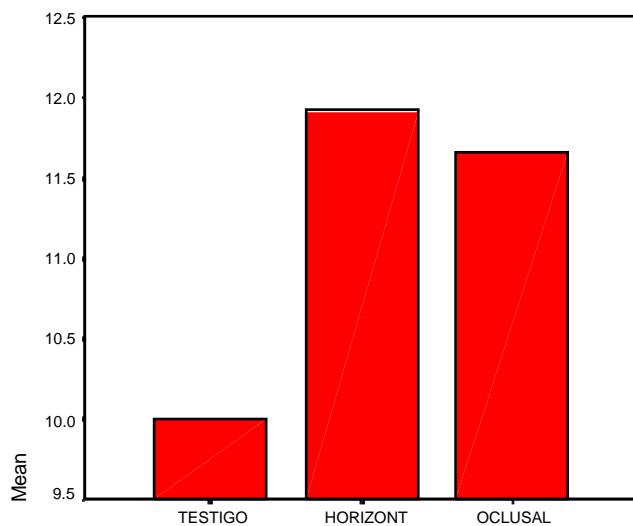


Grafico 1. Histograma con los promedios de distribución de las medidas.

DISCUSIÓN

Un estudio Denta-Scan con una guía protética tomográfica para el paciente desdentado, daría una relación con el hueso-implante más cerca de la realidad y podría permitir la construcción de una guía quirúrgica más confiable, ya que se habría tenido en cuenta distorsiones del estudio por imágenes. Estas diferencias fueron menores para el caso de la técnica que utiliza el plano protético que para la que usa el plano anatómico.

Asimismo, estas diferencias deberían tomarse como significativas al momento de planificar cirugías con cercanías a estructuras anatómicas críticas como seno maxilar, fosas nasales, nervio dentario inferior, etc.

Si tenemos en cuenta que la bibliografía dice que una radiografía tiene una distorsión entre el 25% y el 30 %, lo que la haría poco confiable en este aspecto, de acuerdo a la presente experiencia el porcentaje de distorsión se reduciría considerablemente teniendo en cuenta la Técnica Oclusal. Pero así y todo no estaríamos contando con una técnica de diagnóstico 100% segura y fidedigna de la realidad.

La poca cantidad de las muestras se debe a un tema de costos en los estudios, pero si se observan cada uno de los resultados en las mediciones, se podrá observar que las variaciones son constantes, lo que daría, por lo tanto, una progresión en el número de muestras y resultados.

Queda claro, por lo tanto, que al utilizar la guía tomográfica-protética estaríamos minimizando la distorsión en la medida del hueso, para la colocación de una implante y podríamos construir una guía quirúrgica más acorde a la realidad ósea.

Sin embargo, el estudio mostró distorsiones con respecto a las medidas reales de los testigos para ambas técnicas (18). Estas distorsiones, fueron menores para el caso de la Técnica Oclusal que para el caso de la Técnica Horizontal, pero así mismo, ninguna de ellas dio con la representatividad absoluta de la medida patrón. Esto llamó poderosamente la atención cuando se evaluó el estudio porque si partimos de la base que hasta ahora hablamos de una relación 1 a 1 con la tomografía los resultados no

evidenciaron lo mismo. Teniendo en cuenta que la muestra no era numerosa, la tendencia mantenida en cada una de las medidas permitió poder llegar a sugerir estos resultados como constantes aunque fuera aumentando el muestreo.

Asimismo en el análisis del Test de Student, de cada una de las técnicas con el testigo, el valor de "p" (Sig) fue menor a 0,05 por lo que la diferencia fue significativa, dando muestra por lo tanto de la variación de medidas que existió entre las técnicas y la longitud absoluta del implante testigo.

Asimismo cuando se aplicó el Test de Student entre la Técnica Horizontal y la Oclusal el valor de "p" también fue menor a 0,05 con lo cual las diferencias fueron significativas, dando muestras que hubo variación entre ellas, por lo que ambas técnicas son diferentes entre sí, en base a esto y analizando los resultados podemos decir que la Técnica Oclusal se acercó más con sus mediciones a las del implante testigo que en el caso de la Técnica Horizontal.

Se pudo observar que, hablando en porcentaje, la técnica estándar (Horizontal) mostró una magnificación del 19.20 % con respecto de la técnica en estudio (Oclusal) que mostró una magnificación del 16.5 %.

Además, el realizar una guía protética tomográfica y quirúrgica, relacionada con el plano oclusal-protético nos evitará tener una lectura librada al pulso del técnico tomografista y minimizará la incorrecta interpretación en la profundidad del hueso disponible para implantes.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados encontrados podemos concluir que el uso de la técnica de tomografía por Sistema Denta-Scan con un plano de referencia que guíe al tomografista en el estudio, daría una aproximación de medidas, con una tendencia más cercana a la realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Giannì E. (1989). La Nueva Ortognatodoncia. Piccin Nuova Libraria S.p.A., Padova, Italia.
2. Junqueira LC, Carneiro J. (1987). Histología Básica. Tercera Edición. Salvat Editores, Barcelona, España.
3. Jeffcoat M. (1999). Periodontitis induced alveolar bone loss and its treatments in Favus MJ (ed) Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism; Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
4. Cucchiarelli D. (1996). La Precisión en el Ajuste Marginal. Tesis de Doctorado. F.O.L.P. U.N.L.P.
5. Alonso AA, Albertini JS, Bechelli AH. (1999). Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral. Segunda reimpresión. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina. pp. 306.
6. Drücke W, Klemt B. (1991). Bases de la Prótesis Dental Total. Edición Española. Barcelona. pp. 257-260.
7. Listgarten MA. (1996). Soft and hard tissue response to endosseous dental implants. Anatomical Rec. 245:410-425.
8. Truhler RS, Orenstein IH, Morris HF, Ochis S. (1997). Distribution of bone quality in patients receiving endosseous dental implants; J. Oral Maxillofac. Surg. 55:38-45.
9. Bellota AR. (1999). Incógnitas Biológicas de un Implantólogo Imaginario. Edit. Del Instituto Salesiano de Artes Gráficas. Argentina. pp. 61-65.
10. James J, Abrahams MD. (2001). Dental Ct Imaging: A Look at the Jaw. From the Department of Diagnostic Radiology, Yale University School of Medicine. Radiology; 219:334-335.
11. Calgaro A, Bison L, Bellis GB, Pozzi Mucelli R. (1999). Dentascan computed tomography of the mandibular incisive canal. Its radiologic anatomy and the therapeutic implications. Istituto di Radiologia, Università degli Studi, Trieste, TS. Radiol Med (Torino) Nov;98(5):337-341.
12. Yelin GE. (1999). La tomografía Helicoidal Computada y su Rol en la Implantología Dental (Denta-Scan). Revista del Círculo Odontológico de Rosario. Volumen 65.1.Diciembre. pp.10-16.
13. Cavalcanti MG, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. (1999). Accurate linear measurements in the anterior maxilla using orthoradially reformatted spiral computed tomography. Department of Radiology, Faculty of Odontology, University of São Paulo, Brazil. Dentomaxillofac Radiol May; 28(3):137-140.
14. Solar P, Gahleitner A. (1999). Dental CT in the planning of surgical procedures. Its significance in the oro-maxillofacial region from the viewpoint of the dentist. Abteilung für Orale Chirurgie, Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Wien. Radiologe Dec;39(12):1051-1063.
15. Jacobs R, Adriansens A, Naert I, Quirynen M, Hermans R, Van Steenberghe D. (1999). Predictability of reformatted computed tomography for pre-operative planning of endosseous implants. Department Periodontology, Catholic University of Leuven, Belgium. Dentomaxillofac Radiol Jan;28(1):37-41.
16. Batista FC, Batista J, Eraldo L, Rodrigues FB. (1999). O uso da tomografia computadorizada na implantodontia / Applications of computed tomography in implantology BCI;6(1):65-71, jan.-mar.
17. Thunthy KH. (2000). Interrelationship between cross-sectional and sagittal imaging in computer-assisted dental implant tomography. Department of Oral Diagnosis, Medicine and Radiology, School of Dentistry, Louisiana State University, Dentomaxillofac Radiol Mar;29(2):65-69.
18. Kohavi D, Bar-Ziv J, Marmar Y. (1997). Effect of axial plane deviation on cross-sectional height in reformatted computed tomography of the mandible. Dentomaxillofac. Radiol. May; 26(3):189-191.