



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Doctorado en Ciencias de la Salud

“Relación entre tipo de rotación de crecimiento condilar, capacidad de respuesta tisular e inclinación incisiva con el grado de expansión dentoalveolar en pacientes adultos tratados con ortopedia funcional de los maxilares”

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Doctor en Ciencias de la Salud

**Presenta:**

M. en C. Aidé Terán Alcocer

**Dirigido por:**

Dra. Ma. Ludivina Robles Osorio

**SINODALES**

Dra. Ma. Ludivina Robles Osorio  
Presidente

Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra  
Secretario

Dr. Pablo García Solís.  
Vocal

Dr. Hebert Luis Hernández Montiel  
Suplente

Dr. Juan Carlos Solís Saíenz  
Suplente

M. Esp. Enrique López Arvizu  
Director de la Facultad

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval  
Director de Investigación y  
Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Marzo 2010  
México

## RESUMEN

El objetivo de este estudio, fue determinar si existe una relación positiva de la rotación de crecimiento condilar, el nivel elevado de capacidad de respuesta tisular, relación negativa de inclinación incisiva con el grado de expansión dentoalveolar en pacientes tratados con ortopedia funcional de los maxilares. **Materiales y método:** En 49 sujetos de 25 a 35 años de edad, género masculino, se midió tipo de rotación de crecimiento condilar, potencial de crecimiento tisular, inclinación incisiva y Distancias Interdentarias (DI) a nivel de caninos, premolares y molares, a todos se les realizó tratamiento ortopédico funcional para corregir el apiñamiento. **Resultados:** Mediante análisis de Spearman se analizó la relación entre el tipo de rotación de crecimiento condilar, potencial de crecimiento tisular con el grado de expansión en todas las áreas medidas. Mostraron una relación positiva ( $p < 0.05$ ). La comparación de promedios entre la inclinación incisiva pre-tratamiento y pos-tratamiento se realizó mediante prueba de t pareada la cual mostró diferencia significativa ( $p < 0.0001$ ). Todos los sujetos presentaron aumento en las DI medidas ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones:** En sujetos adultos con apiñamiento dentario y proclinación incisiva, las técnicas ortopédicas funcionales traen resultados satisfactorios corrigiendo el apiñamiento e inclinación incisiva sin la necesidad de extracciones dentarias.

**Palabras clave:** rotación de crecimiento condilar, capacidad de respuesta tisular, categoría de crecimiento, expansión, remodelación alveolar.

## SUMMARY

**Abstract:** The aim of this study was to determine the relation of the rotation of the condylar growth, the high level of capacity of tisular response and incisive inclination with expansion degree. **Method:** Was measured in 49 subjects male, between 25 and 35 years old, the type of rotation of condylar growth, potential tisular growth, incisive inclination and Interdental Distances (ID) of canine teeth, premolars and molars. Everybody received functional orthopedic treatment to correct the crowding. **Results:** Correlation was analyzed between type of rotation of condylar growth, potential tissular growth with the degree of expansion. They showed a positive relationship ( $p < 0.05$ ). The comparison of averages between the incisive inclination pre-treatment and post-treatment was performed through paired t test, which showed significant difference ( $p < 0.0001$ ). **Conclusion:** In adult subjects with teeth crowding and incisive proclination, the functional orthopedic techniques bring satisfactory results correcting the crowding and incisive inclination without teeth extraction.

**Keywords:** Condylar growth rotation , potential tissular growth, growth category, expansion.

## DEDICATORIAS

*A mis padres:* Alicia y Hugo, con todo mi amor y agradecimiento por lo que desmedidamente he recibido de ellos, no cabe duda, que el ejemplo que me han dado, ha hecho de ellos los mejores maestros que pueda haber tenido.

*A mis hermanos:* Alicia, Paty, Adolfo, Hugo, Arlette, Juanito y Joel, ¡Son el mejor equipo que pueda existir! Gracias por su cariño y apoyo.

*A Miguel:* mi esposo, con todo mi amor, agradecimiento, y admiración.

*A Wilma A. Simoës:* Mi gran maestra y amiga, todas las palabras son poco para agradecer tanto... Todo mi amor, mi máxima admiración y eterna gratitud.

## AGRADECIMIENTOS

A mis maestros del Doctorado, muchas gracias por lo que aprendí de ustedes.

Al Dr. Carlos Sosa Ferreyra, por su tiempo y apoyo, maestros como usted son un incentivo para seguir adelante. ¡Gracias!

A mis compañeros del Doctorado, porque cada uno de los momentos que pasamos juntos, fueron momentos clave para seguir adelante.

Al Dr. Genaro Vega, no olvido tu apoyo desde el primer día, Gracias!

A la Universidad Latina de México, de quien siempre tuve apoyo, especialmente al Director Académico Dr. Rafael Lemus Muñoz Ledo... GRACIAS RAFITA !!

A los profesores de la Universidad Latina de México: Mis grandes amigos Roberto Flores, Angel Medina, Elia Núñez, Alicia Pons, Jerónimo Campos., Muchas Gracias por su apoyo y cariño.

A quienes colaboran conmigo en el consultorio, especialmente al Lic. Fernando Helguera, Gracias por su ayuda y paciencia.

A mis amigos Marinés, Ale, y todos aquellos quienes de una forma u otra participaron para la realización

## INDICE

	Página
RESUMEN.....	i
SUMARY.....	ii
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	2
2.1 Crecimiento de los maxilares.....	2
2.2 Oclusopatías.....	5
2.3 Remodelación ósea.....	8
2.4 Capacidad de respuesta tisular.....	10
2.5 Rotación de crecimiento condilar.....	14
2.6 Inclinación incisiva.....	15
2.7 Expansión.....	16
2.8 Justificación.....	17
2.9 Planteamiento del problema.....	18
2.10 Hipótesis.....	19
2.11 Objetivo general.....	19
2.12 Objetivos específicos.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Diseño de estudio.....	21
3.2 Definición del universo.....	21
3.3 Materiales y métodos.....	22
3.3.1 Características de los participantes.....	22
3.3.2 Radiografía lateral de cráneo.....	22
3.3.3 Modelos de estudio en yeso.....	23
3.3.4 Aparatos ortopédicos funcionales.....	24
3.3.5 Rotación de crecimiento condilar.....	25
3.3.6 Capacidad de respuesta tisular.....	25
3.3.7 Inclinación incisiva.....	25
3.3.8 Grado de expansión.....	26

3.4 Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	47
CONCLUSIONES.....	57
LITERATURA CITADA.....	59

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1	Grado de expansión.....28
4.1	Correlación de la rotación de crecimiento condilar, capacidad de respuesta tisular con el grado de expansión dentoalveolar.....32
4.2	Distribución de la capacidad de respuesta tisular.....32
4.3	Promedio del grado expansión (PGE) obtenido en las diferentes categorías de crecimiento tisular.....33
4.4	Distribución del tipo de inclinación incisiva.....35
4.5	Comparación de la inclinación de los incisivos.....35
4.6	Correlación de la inclinación incisiva con el grado de expansión dentoalveolar....36
4.7	Consideración del valor de r en la inclinación incisiva.....37
4.8	Distribución del grado de expansión dentoalveolar .....41
4.9	Cambios en el tamaño transversal de las arcadas dentarias..... 42
4.10	Análisis de covarianza para la capacidad de respuesta tisular.....46
4.11	Análisis de covarianza para los diferentes tipos de rotación condilar.....46
4.12	Distancia transversal a nivel de molares.....55



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
2.1 Triángulos que constituyen el hexagrama del paladar.....	4
2.2 Tipos de oclusopatía.....	7
2.3 División celular del esqueletoblasto.....	11
2.4 Potencial de crecimiento tisular.....	12
2.5 Detalle anatómico de los puntos y planos cefalométricos .....	13
2.6 Tipos de rotación de crecimiento condilar .....	15
2.7 Inclinación de los incisivos superiores e inferiores.....	16
3.1 Organigrama de selección de los sujetos.....	22
3.2 Aparato ortopédico funcional .....	24
3.3 Inclinación incisiva.....	26
3.4 Distancias interdetales.....	27
4.1 Distribución de la rotación de crecimiento condilar .....	31
4.2 Correlación de la rotación de crecimiento condilar con el grado de expansión dentoalveolar .....	31
4.3 Correlación de la capacidad de respuesta tisular con el grado de expansión dentoalveolar.....	34
4.4 Inclinación dentoalveolar de incisivos.....	36
4.5 Correlación entre inclinación incisiva y grado de expansión.....	38
4.6 Distribución del grado de expansión a nivel de caninos superiores.....	42
4.7 Distribución del grado de expansión a nivel de caninos inferiores.....	43

4.8 Distribución del grado de expansión a nivel de premolares superiores.....	43
4.9 Distribución del grado de expansión a nivel de premolares inferiores.....	44
4.10 Distribución del grado de expansión a nivel de molares superiores.....	44
4.11 Distribución del grado de expansión a nivel de molares inferiores.....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
I	Hoja de consentimiento informado.....70
II	Hoja de datos de las distancias interdentarias obtenidas en las diferentes regiones medidas.....71
III	Análisis de Petrovic para conocer rotación de crecimiento condilar y capacidad de respuesta tisular.....72

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado un incremento importante en la deficiencia transversal de los maxilares, lo que trae como consecuencia el apiñamiento dentario. Sin duda, la falta de estímulo adecuado en las estructuras que constituyen el sistema estomatognático (SE) como son el componente neuromuscular, articulaciones temporomandibulares (ATM) periodonto y oclusión (Manns y Díaz, 1995; Planas, 1994; Simões, 2004), traen como consecuencia la falta de desarrollo de los maxilares.

Cuando existen casos en donde el crecimiento de los maxilares no se ha desarrollado correctamente, se puede lograr modular la magnitud del crecimiento mediante aparatos ortopédicos apropiados (Petrovic, 1982). De ahí que, una vez que se instala la oclusopatía, es necesaria la recuperación de las funciones adecuadas del SE mediante técnicas ortopédicas que hagan factible su corrección. Éste es el fundamento teórico práctico de la Ortopedia Funcional de los Maxilares (OFM), rama de la Odontología que diagnostica, previene, controla y trata los problemas de crecimiento y desarrollo que afectan los arcos dentarios (Simões, 2004).

Las oclusopatías son diagnosticadas muchas veces por una apariencia antiestética que se manifiesta especialmente a partir de los 7 años de edad, época de cambios importantes en el plano oclusal por ser una etapa de transición de la dentición decidua a la mixta (Simões, 1995b). Cuando los problemas se tratan en edad temprana a través de OFM, se obtienen respuestas de crecimiento orientado, corrigiendo la relación maxilomandibular y consecuentemente la posición de los dientes (Simões, 1985).

En el caso del adulto también es posible obtener resultados satisfactorios, sin embargo, es necesario recaudar más información que ayude a obtener un pronóstico eficiente. De aquí nuestro interés por conocer la posibilidad de corrección del apiñamiento dentario mediante Técnicas Ortopédicas Funcionales (TOF), las cuales, en comparación con otras técnicas, se caracterizan por contemplar un mínimo porcentaje de extracciones con la finalidad de conservar la integridad del SE.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 Crecimiento de los maxilares

Para el desarrollo de las diferentes funciones realizadas por el SE sea correcto, es necesario estimulación neural paratípica adecuada, comenzando en el recién nacido con la excitación de los receptores neurales encontrados en las partes deslizantes de las articulaciones temporomandibulares que además de estimular el crecimiento mandibular, componen la guía sensorial más importante para los movimientos masticatorios (Planas, 1987), siguiendo, en orden de importancia, los receptores periodontales (Enlow, 1982), los cuales proporcionan información sobre la dirección de las fuerzas durante la masticación y responden a estímulos aplicados en los dientes adyacentes, comunicándose por el contacto o a través de las fibras transeptales (Hannam, 1970; Turner et al., 2009).

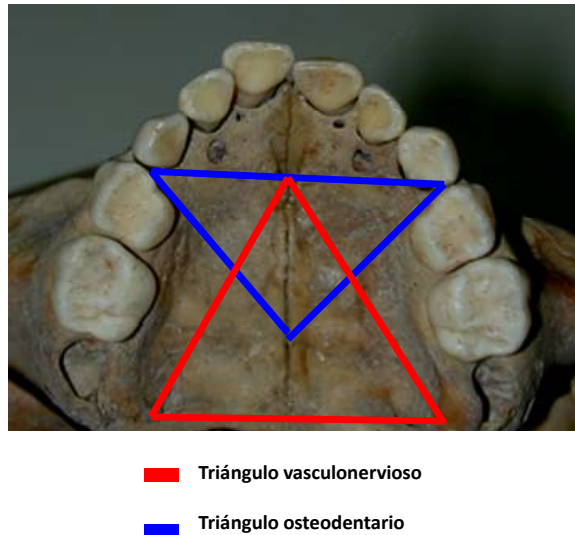
Los receptores de los músculos que controlan la posición mandibular están relacionados con los primeros contactos oclusales de los incisivos antagonistas, de tal forma que, cuando hay contacto entre los dientes, se establece un circuito neural que proporciona movimientos laterales de la mandíbula, que son guiados y conducidos por los caninos y trayectorias de las ATMs (Planas, 1994). De esta forma, la musculatura mandibular comienza su adaptación, consiguiendo movimientos más precisos en sentido anteroposterior (Enlow, 1982), ajustando el crecimiento de la mandíbula para mantener una relación óptima entre los incisivos superiores e inferiores, caninos y molares, lo que se conoce como “Comparador Oclusal” (Petrovic, 1977). Una vez que se obtiene esta relación adecuada así como los contactos dentarios correctos con atrición fisiológica, se estimula y cierra otro circuito neural cuya información parte de los receptores periodontales para proporcionar el crecimiento transversal de los maxilares (Planas, 1987), pues gracias al engranaje dentario y muscular, el crecimiento de la mandíbula se reflejará en el maxilar (Simões, 2003). La información correcta, tanto sensorial como motora, proporciona eficacia masticatoria, a través de los mecanismos de erupción y atrición (Simões, 1982).

La respuesta táctil dentaria varía de un diente a otro; estudios anatómicos y neurofisiológicos, muestran mayor cantidad de mecanorreceptores localizados en el canino (Garant, 2003). Este diente constituye un campo único dentro de la teoría del campo morfogenético (Brown, 1985), definido por Butler como regiones de los tejidos en desarrollo bajo control genético que determinan gradientes morfológicos en tamaño y forma de estructuras vecinas en serie (Butler, 1963). Los caninos muestran una influencia importante en la respuesta mecanosensitiva periodontal (Manns y Díaz 1995), siendo guía durante la función oclusal en los movimientos de lateralidad (Ash y Nelson, 2004; Planas, 1987; Manns y Díaz, 1995).

En estudios realizados en la parte posterior del rafe palatino medio, se mostró que las suturas faciales cierran alrededor de los 30 años (Sicher, 1955); sin embargo, se observó que las suturas intermaxilar y palatina media, todavía no se encuentran osificadas a los 35 años de edad (Wright, 1911). Por otro lado se ha constatado el desarrollo de puentes óseos en suturas ante la influencia de fuerzas funcionales (Christer, Kiliaridis y Thilander, 1985).

Estudios hechos en ratas, la sutura palatina media mostró estar constituida por cartílago secundario a cada lado de la línea media (Petrovic y Stutzmann, 1998). El movimiento y las fuerzas deslizantes generadas por la acción muscular producen diferenciación en el cartílago secundario (Schilling y Thorogood, 2000), en otras palabras, el desarrollo de este tipo de cartílago generalmente depende de estímulos mecánicos funcionales (Nickel, Iwasaki y McLachland, 1997). El incremento transversal del maxilar, es atribuido al crecimiento a nivel de la sutura palatina media, así como a la aposición de hueso a lo largo de las áreas laterales del reborde alveolar (Petrovic y Stutzmann, 1998). Dentro de la arquitectura de la maxila el paladar presenta un hexagrama formado por dos triángulos: el osteo-dentario, cuya base está constituida por la línea que une las superficies distales de los caninos y su vértice, en el punto de intersección de la sutura transversa con la palatina media y el triángulo vasculo-nervioso, con base formada por la línea que une los agujeros palatinos posteriores, y su vértice localizado en la fosa incisiva anterior (Simões, 2004) (ver Figura 2.1). Estudios realizados en hexagrama del paladar de cráneos infantiles de diferentes edades, se mostró que existe un incremento significativo en el tamaño del paladar

a partir del cuarto estadio de desarrollo de la oclusión (seis años de edad), una vez que se establece la función masticatoria (Terán, Bautista y Milián, 2004)



**Figura 2.1 Triángulos que constituyen el hexagrama del paladar.** El hexagrama del paladar está constituido por los triángulos vasculonervioso y osteodentario (Tomado y modificado de Simoës 2004).

Existen factores locales fundamentales que intervienen en el crecimiento de la maxila, como es la tuberosidad que favorece en su crecimiento en sentido posterior, siendo substituida anteriormente, del mismo modo que la base craneal, arco cigomático y frontal, por el desarrollo de la fosa craneal media (Arzate, 1997). El crecimiento del arco cigomático está dado no sólo por el propio crecimiento, sino también por la influencia del crecimiento del maxilar, temporal y frontal (Lieberman, 1997).

Las fuerzas que se ejercen durante la función masticatoria, son transmitidas, distribuidas y posteriormente absorbidas por los componentes de la parte media y superior de la cara, existiendo mayor cantidad de crecimiento supra-orbital cuando los molares están en oclusión en comparación con los que apenas están erupcionando (Oyen, 1982).

La eficiencia masticatoria depende de mecanismos de atrición y erupción, a través de la correcta información motora y sensorial (Simões, 1981). La atrición garantiza la libertad de los movimientos lateroprotrusivos necesarios para la mejor arquitectura del ciclo masticatorio (Simões, 1982).

El plano de oclusión se establece por el crecimiento del proceso alveolar durante la erupción de los dientes, permitiendo la altura, configuración y funcionamiento de la musculatura (Enlow, 1982). La morfología y la función del plano oclusal, están influenciadas por el crecimiento, los músculos de la cabeza y cuello, las rotaciones mandibulares, la erupción y atrición, entre otros (Simões, 1995a).

La mandíbula tiene un crecimiento importante durante la adolescencia y aún cuando el cuerpo mandibular crece de manera evidente, la rama de la mandíbula tiene mayor crecimiento en esta época (Simões, 1998). Existe un aumento de aposición ósea entre los 17 y los 20 años predominando en esta época el crecimiento del mentón (Simões,1996). Aproximadamente a los 11 años de edad en las niñas y 13 años en los niños hay un abrupto crecimiento condilar separando los maxilares, lo cual distorsiona el equilibrio oclusal. Éste mecanismo está relacionado con una erupción activa entre los 14 y los 18 años de edad (Simões,1995b). La talla, el crecimiento del maxilar y de la mandíbula tienen curvas similares, sólo disminuyen la velocidad en épocas diferentes (Simões,2003).

## **2.2 Oclusopatías**

La oclusopatía o maloclusión según Angle, es la perversión del crecimiento y desarrollo normal de la dentadura; fue clasificada por él mismo basándose en la posición sagital de los primeros molares por considerarse los más estables de la dentición (Angle, 1899), ya que el primer molar superior se encuentra bajo el contrafuerte lateral del arco cigomático denominándolo cresta llave por su invariabilidad (di Santi y Vázquez, 2003) por lo tanto, se establece un relación dental normal cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar superior está en el mismo plano que el surco vestibular del primer molar inferior; en cuanto



al canino, el brazo distal del canino inferior debe coincidir con el brazo mesial del canino superior (Ash y Nelson, 2004).

Clasificación de Angle (Angle, 1899):

Clase 1: La relación mesiodistal de los maxilares es normal, es decir, existe una situación óptima para que las relaciones oclusales puedan cumplir la función masticatoria y preservar la dentición a lo largo de la vida (di Santi y Vázquez, 2003). La relación dentaria basada en la posición de los molares y caninos es correcta, sin embargo existe la presencia de apiñamiento dentario con un colapso de los arcos dentarios (Graber, 1998a; 1985) (Figura 2.2).

Clase 2: Cuando los primeros molares inferiores ocluyen distalmente en relación a los primeros molares superiores, en una extensión de más de la mitad del ancho de una cúspide de cada lado, causando retrusión o falta de desarrollo mandibular (Ugalde, 2007).

Clase 2 división 1: La mandíbula se encuentra en posición distal, overjet marcado, el maxilar presenta forma de arco oval con los incisivos protruidos, la curva de spee es acentuada por la falta de función correcta, y el sistema neuromuscular se encuentra alterado (Graber, 1985), frecuentemente existe alteración de la respiración por obstrucción nasal, en estos pacientes se debe valorar la disfunción lingual, perioral, musculatura facial, supra e infrahioideos ( McDougall, McNamara, Dierkes, 1985).

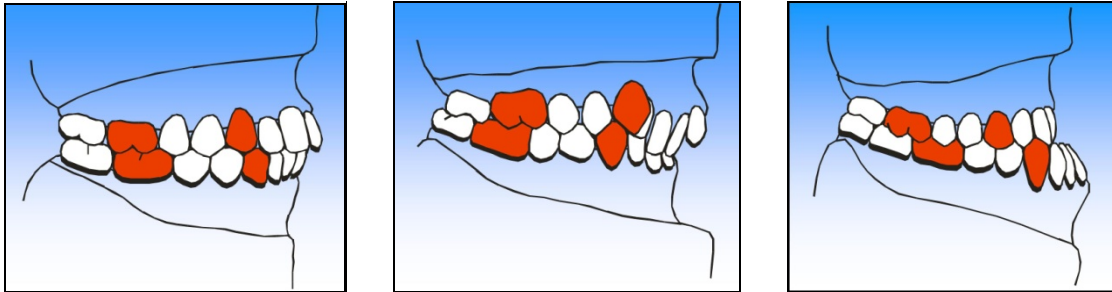
Subdivisión: Se presenta el problema de forma unilateral (Ugalde, 2007).

Clase 2 división 2: Existe la presencia de una oclusión distal, pero los incisivos superiores se encuentran con retrusión provocando mal posición dentaria con mordida profunda. La forma de los arcos se considera normales, ya que no presentan alteraciones respiratorias (Rakosi, 1998a).

Subdivisión: Se presenta el problema de forma unilateral.

Clase 3: Se caracteriza por la oclusión mesial de la mandíbula con una extensión mayor de la mitad del ancho de una cúspide de cada lado. (Ugalde, 2007). Presenta inclinación

lingual de los incisivos inferiores y apiñamiento dentario de ligero a severo, principalmente en el maxilar debido a la posición baja de la lengua (Rakosi, 1998b)



a) Clase I

b) Clase II

c) Clase III

**Figura 2.2 Tipos de oclusopatía. De acuerdo a la clasificación de Angle, se pueden observar: a) Clase I molar y canina, b) clase II molar y canina y c) clase III molar y canina (Tomado y modificado de Graber, 1998a).**

#### Etiología de las oclusopatías

La etiología de las oclusopatías es multifactorial, básicamente se pueden considerar: 1) factores generales y 2) factores locales (Graber, 1974; 1985; 1998a; 1998b; Canut, 1992)

#### Factores Generales:

- a) Hereditarios: Transmisión de enfermedades genéticas.
- b) Defectos congénitos: Disostosis craneofacial, microsomía hemifacial, fisura de labio y paladar, parálisis cerebral, sífilis, rubeola; dieta, trauma y metabolismo materno.

#### Factores Locales:

- a) Traumatismos y accidentes: Fracturas, presiones excesivas.
- b) Hábitos: Postura anormal, alteraciones funcionales, deglución anormal, succión digital, anomalías respiratorias, onicofagia, defectos fonéticos, hábito de labio y bucinador, bruxismo, tics psicogénicos.

- c) Anomalías dentarias: Anomalías de tamaño, número y forma, irregularidades en frenillos, dientes ausentes, retención prolongada, pérdida prematura, anquilosis, alteración en los corredores de erupción.

### **2.3 Remodelación ósea**

El hueso es un tejido conectivo especializado que junto con el cartílago constituye el esqueleto, el cual, tiene como funciones: el soporte mecánico y sitio de unión muscular para la locomoción, protección tanto para los órganos vitales como médula ósea y sirve como reserva metabólica de iones para el organismo, principalmente calcio y fosfato (Meghji, 1992).

Existen dos mecanismos biológicos que determinan la fortaleza y adaptación del hueso ante demandas fisiológicas conocidos como procesos de modelación y remodelación (De Baat, Heijboer, De Baat, 2005); el proceso de modelación cambia la forma y/o tamaño del hueso sin la existencia de una dupla de reabsorción y aposición ósea, mientras que el ciclo de remodelación es básicamente la sustitución del hueso (Roberts, Hohlt, Arbuckle, 1998).

El proceso de remodelación en el hueso cortical es llevado a cabo por osteoclastos que escavan a través del hueso y estimulan a los osteoblastos para la deposición de hueso (Parfitt, 1990). La remodelación del hueso cortical hace que la excavación realizada por los osteoclastos en forma de túnel longitudinal sea henchida por osteoblastos para formar un nuevo osteón (Parfitt, 1976b). La cavidad de resorción es preparada como un cono cortado de osteoclastos derivados de preosteoclastos circulantes, que son deliberados para el sitio gracias a la formación interna de nuevos vasos sanguíneos (Roberts, 1994).

En la remodelación hay un reemplazo de hueso viejo por nuevo, que sirve para mantener sus funciones mecánicas y metabólicas. La remodelación es llevada a cabo por estructura alargadas conocidas como unidades multicelulares básicas (BMU) que cruzan o viajan a través de la superficie del hueso (Parfitt, 1995).

La estructura anatómica consiste en un cono cortado de osteoclastos en la parte frontal y un cono cerrado en la parte posterior, lo cual, es denominado unidad de remodelación cortical (Parfitt, 1976b). La cantidad que determina la remodelación cortical es el rango de nuevos nacimientos de ciclos de remodelación o frecuencia de *activación* ( $\mu$ ) y la duración del periodo de *resorción* (sigma  $r$ ), el intervalo de *reposo* (sigma  $q$ ) y el periodo de *formación* (sigma  $f$ ). El rango de formación de hueso es debido completamente a la función de ( $\mu$ ), la frecuencia de activación de nuevos ciclos en remodelación (Parfitt, 1976a).

La suma de los procesos asociados con la remodelación equilibrada, son conocidos como *activación* ( $A$ ), *reabsorción* ( $R$ ) y *formación* ( $F$ ), los cuales constituyen el periodo llamado “*sigma*” (Parfitt, 1990; Roberts, Hohlt, Arbuckle, 1998; Simões, 2004).

La remodelación siempre comienza en una superficie en reposo, separada por un recubrimiento plano de células medulares que toman uno de los dos tipos de diferenciación de osteoblastos. Este recubrimiento celular funciona como portería con la capacidad de informar la necesidad de remodelación y también de ejecutar o mediar los 4 componentes de su *activación*: selección y preparación del sitio, reclutamiento de los preosteoclastos mononucleares, construcción de nuevos capilares y la atracción de preosteoclastos al lugar seleccionado donde se funden dentro de osteoclastos multinucleados (Parfitt, 1994).

Durante el periodo *sigma* el proceso de *activación* tiene una duración de 10 días, la *reabsorción* 21 días, la cual es continuada por un periodo de *reversa* durante 5 días en la que los osteoblastos son activados para formar hueso y finalmente la fase de *formación* para crear nuevo hueso durante 90 días (Simões, 2004), con un total de de duración del periodo *sigma* de 18 semanas, esto es 126 días Roberts, Hohlt y Arbuckle, 1998; Simões, 2004).

En humanos la activación-reabsorción-formación se lleva a cabo entre 3 y 6 meses, ya que cada (BMU) dura aproximadamente seis meses con un reclutamiento secuencial continuo de nuevos osteoclastos y osteoblastos (Parfitt, 1995). Los osteoblastos son reactivados por señalización de factores como hormona de crecimiento (Hollinger, Buck y Bruder, 1999).

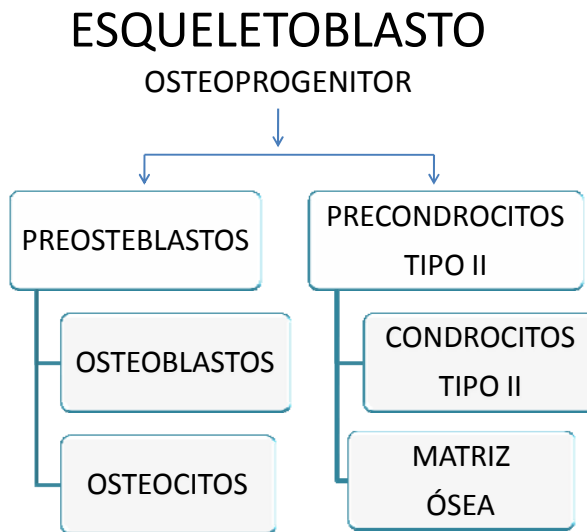
La forma final del hueso es determinado por su función y los tejidos circundantes, se ha demostrado que para el mantenimiento y maduración del nuevo hueso formado, es

necesario cierto grado de estabilidad para que la osteogenesis tome lugar (Vargervic, 1985; Brandi, 2009); el ciclo de formación ósea termina con 200 días de mineralización y nucleación celular (Simões, 2004). Aún cuando la formación de hueso requiere de 18 semanas, la maduración completa del hueso requiere de aproximadamente un año (Roberts, 1988; Hayakawa et al, 2004).

#### **2.4 Capacidad de respuesta tisular (categoría de crecimiento)**

La capacidad de respuesta a nivel tisular, corresponde al grado de aumento de la renovación del hueso alveolar como consecuencia del tratamiento ortodóntico; el potencial de crecimiento a nivel tisular, corresponde a la velocidad de osificación subperióstica y de renovación del hueso alveolar. (Petrovic y Stutzmann, 1988).

Se ha demostrado que la célula tronco del hueso es el esqueletoblasto, la cual tiene capacidad de dividirse y diferenciarse no solamente en preosteoblasto, (evolucionando en osteoblasto y luego en osteocito) y en preosteoclasto (dando nacimiento por fusión al osteoclasto) sino también, en precondroblasto de tipo II (evolucionando en condroblasto tipo II) (Petrovic, 1986). El esqueletoblasto es una célula tronco-ubicuitaria, y su diferenciación en preosteoblasto, caracteriza el crecimiento de la mandíbula por aposición subperióstica, mientras que la diferenciación en precondroblasto tipo II caracteriza los cartílagos condíleo y coronoide, así como el tejido cartilaginoso que se forma después de una fractura (Petrovic y Stutzmann, 1981) (Figura 2.3).



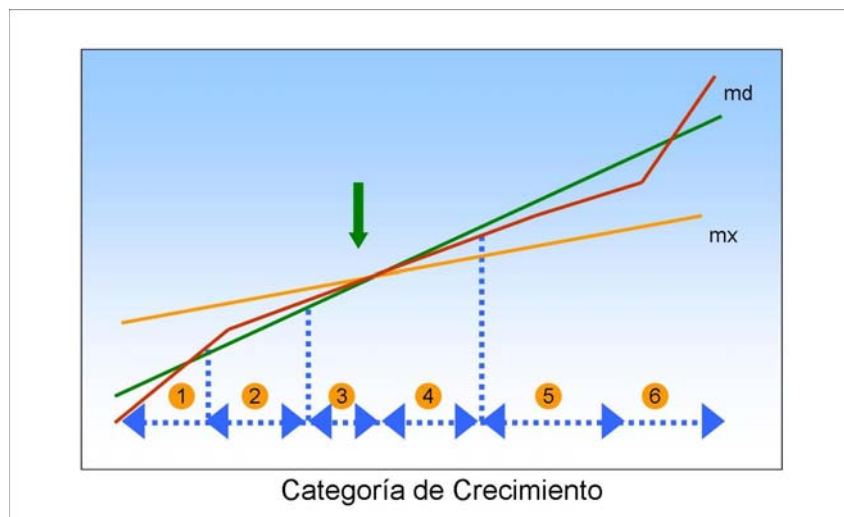
**Figura 2.3** División celular del esqueletoblasto. La célula progenitora de hueso, la cual se puede diferenciar en osteoblasto y osteocito y en precondroblastos tipo II y matriz ósea (Tomado y modificado de Stuzmann y Petrovic, 1982).

El esqueletoblasto es la célula tronco común al hueso basal de la mandíbula, cartílago condíleo y hueso alveolar, (Stutzmann y Petrovic, 1982) sin embargo, el esqueletoblasto no es la única fuente de preosteoblastos y preosteoclastos en cuanto al hueso alveolar se refiere, ya que, los precursores de estas células pueden provenir de otra fuente como son los órganos hematopoyéticos y arribar al sitio por vía sanguínea (Petrovic y Stutzmann, 1987).

Existe una variación considerable en la velocidad de formación ósea postnatal, en la que una restricción del crecimiento óseo, es debida a una relativa habilidad limitada de los osteoblastos para depositar matriz (Van der Linden, 1985).

Petrovic y Stutzmann, 1992 observaron un gran paralelismo existente entre las variaciones en la velocidad de osificación subperióstica, la renovación del hueso alveolar y la capacidad de respuesta del cartílago condíleo en los niños en crecimiento.

(Petrovic, Stutzmann y Lavergne, 1985; Petrovic et al., 1988) clasificaron los resultados individuales relativos a la velocidad de renovación del hueso alveolar humano en 6 categorías (Figura 2.4). La respuesta a un tratamiento ortodóntico u ortopédico, está representado por el nivel de la velocidad de renovación del hueso alveolar y el hueso subperióstico, por lo que, cuanto más alto sea éste, mayor la categoría de crecimiento a la que pertenece.



**Figura 2.4 Potencial de crecimiento tisular.** Se conoce a través de las categorías de crecimiento tisular donde se observa que en las categorías 1 y 2, la mandíbula crece menos que la maxila, en las 3 y 4 la mandíbula (md) y maxila (mx) crecen igual y en las 5 y 6, la mandíbula tiene mayor potencial de crecimiento (Tomado y modificado de Petrovic y Stutzmann, 1998).

Para obtener la capacidad de respuesta tisular de los pacientes, es esencial conocer la categoría de crecimiento. Para ello, es necesario realizar un análisis cefalométrico que requiere de las mediciones angulares como son: (Figura 2.5)

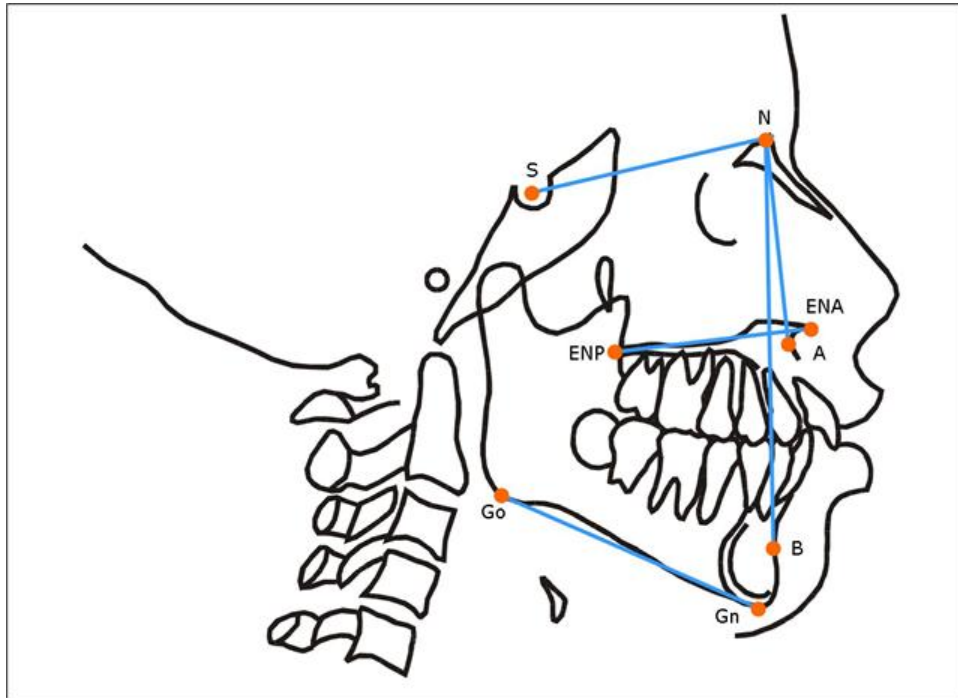
SNA.- Ángulo formado por la intersección de la línea Silla (S)-Nasion (N) con la línea formada por los puntos N-A.

SNB.- Ángulo formado por la intersección de la línea S-N con la línea formada por los puntos N-B.

ANB.- La diferencia entre los valores de los ángulos SNA y SNB.

ML/NSL.- Ángulo formado por el plano mandibular con la línea Silla-Nasion.

NL/NSL Ángulo formado por el plano palatino (ENA-ENP) con la línea S-N.



**Figura 2.5** Detalle anatómico de los puntos y planos cefalométricos. En esta figura se pueden observar los puntos y planos utilizados para obtener las medidas angulares necesarias para realizar el análisis de Petrovic. (S=Silla, N=Nasion, ENA=Espina Nasal Anterior, ENP=Espina Nasal Posterior, A=concavidad del maxilar, B=concavidad de la sínfisis del mentón, Gn=Gnación parte más antero-inferior del mentón, Go=Goniaco parte más postero-inferior del cuerpo mandibular).

Posteriormente, de acuerdo a la clasificación de Lavergne y Petrovic (Petrovic, Stutzmann y Lavergne, 1985), basado en un diagrama de flujo permite la identificación directa de la rotación de crecimiento condilar y la detección indirecta de la categoría de crecimiento (Petrovic, 1998; Petrovic y Stutzmann, 1994, 1998, 2004b; Simões, Petrovic, Stutzmann, 1992).



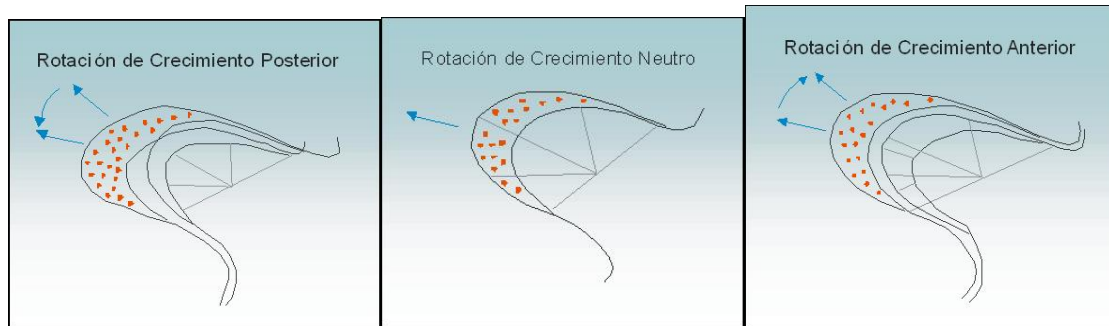
## **2.5 Rotación de crecimiento condilar**

Debido a que la proporcionalidad del crecimiento maxilar y mandibular está directamente relacionada con la forma y movimientos mandibulares, (Simões, 1998) es muy importante valorar la rotación de crecimiento facial; para ello, se han realizado varios estudios en radiografías sagitales tratando de aclarar los fenómenos que contribuyen a la rotación de crecimiento de la mandíbula (Stutzmann y Petrovic, 1985).

Stutzmann en 1976, publica resultados de estudios anatómicos, microscópicos e histológicos de mandíbulas de ratones en crecimiento, en los que, en forma general, la dirección de crecimiento del cóndilo coincide con los ejes de las trabéculas situadas justo por debajo de la parte central del cartílago condíleo. Para determinar la variación de la dirección de crecimiento condíleo, se mide el eje principal de las trabéculas del hueso endocondral del cóndilo y el ángulo que forma con el plano mandibular en las radiografías cefalométricas laterales (Stutzmann y Petrovic, 1998).

Lavergne y Gasson, en 1982 clasificaron la rotación de crecimiento condilar de acuerdo a la dirección de la formación de las trabéculas óseas, cuando éstas están dispuestas paralelamente hacia la parte anterior del cóndilo, se le denomina rotación de crecimiento anterior, cuando su alineación es homogénea a través del cóndilo es rotación de crecimiento condilar neutra y cuando su dirección es en la parte posterior del cóndilo, se denomina rotación de crecimiento condilar posterior (Figura 2.6).

En un estudio en el cual correlacionaron la dirección del crecimiento del cóndilo y la reposición ósea alveolar de la mandíbula de ratas, encontraron que la alta tasa de formación del hueso alveolar coincide con una rotación de crecimiento anterior (Stutzmann y Petrovic, 1985).



**Figura 2.6.- Tipos de rotación de crecimiento condilar. Están clasificados de acuerdo a la inclinación de las trabéculas óseas formadas en el cóndilo. En la rotación anterior éstas se encuentran posicionadas anteriormente, en la neutra más homogéneamente y en la posterior mas posteriormente (Tomado de Stutzmann y Petrovic, 1985).**

Estudios en niños durante el crecimiento, mostraron una asociación entre la magnitud de respuesta de formación de hueso alveolar y la dirección de la rotación de crecimiento condilar, siendo estadísticamente mayor la respuesta en mandíbulas con rotación anterior (Lavergne y Petrovic, 1985).

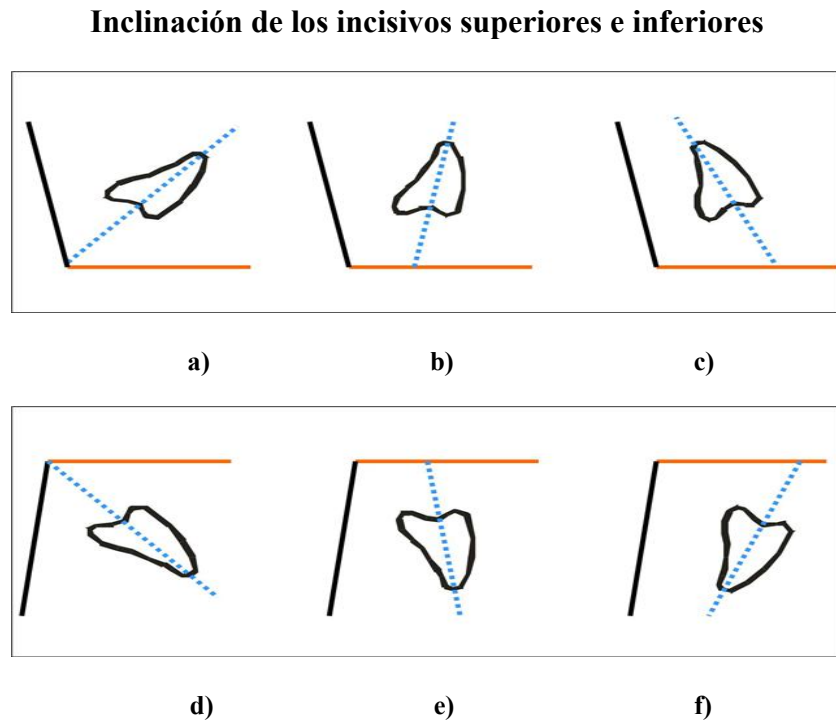
## 2.6 Inclinación incisiva

Los incisivos superiores se deben relacionar con los incisivos inferiores en una situación que permita una correcta guía incisiva (Durán, 2010). La disposición de los ejes dentarios debe ser la adecuada para absorber las fuerzas generadas por el músculo temporal (Alonso, Albertini y Bechelli, 2003). Por otro lado, la inclinación inadecuada de los incisivos influye en el perfil facial, siendo la queja principal de quien busca el tratamiento (Almeida, 2004).

De acuerdo al análisis de Downs, la inclinación del incisivo inferior se obtiene del ángulo medido por la intersección del eje longitudinal del incisivo, con el plano mandibular (Mayoral, 1993).

La inclinación del incisivo superior de acuerdo a Jarabak se mide a través del ángulo formado por la intersección del eje longitudinal del incisivo superior con la base craneal anterior.

De acuerdo a la inclinación que presenta el eje longitudinal de los incisivos con respecto a sus planos de referencia, podrán presentar ortoclinación, proclinación o retroclinación (Figura 2.7).



**Figura 2.7 Inclinación de los incisivos superiores e inferiores. De acuerdo a la inclinación que presenta el eje longitudinal de los incisivos superiores e inferiores, se puede presentar: a) y d) Proclinación (inclinación hacia vestibular); b) y e) Ortoclinación (inclinación correcta de los incisivos); c) y f) Retroclinación (inclinación hacia lingual de los incisivos).**

## 2.7 Expansión

Se denomina expansión al procedimiento terapéutico que pretende aumentar la distancia transversal entre las piezas de ambas hemiarquadas (Mata et al., 2007).

Dentro de los tipos de expansión más utilizados para la corrección de la deficiencia transversal del maxilar, así como la constricción de la arcada dentaria, encontramos tres tipos: la expansión lenta, la expansión rápida o disyunción y la expansión quirúrgica. La expansión lenta, es generada por fuerzas de expansión fisiológicas comparadas con las

fuerzas pesadas utilizadas en la expansión rápida (Pan, Qian y Wang, 2006). La expansión lenta, es la más común ya que la respuesta de esta terapia es más fisiológica y menos traumática para el paciente (Fonseca, Gutierrez y Ortiz, 2007).

Cuando la fuerza utilizada es lo suficientemente intensa, aparece una separación de los segmentos maxilares por apertura de la sutura palatina media (disyunción palatina) (Mata et al., 2009; Proffit, Fields y Sarver, 2008). Dentro de las complicaciones que se pueden presentar son, la impactación del aparato en la encía, la sobre-expansión con daño de las porciones del hueso alveolar e inclusive exposición de raíces de los dientes pilar (Ayala, Mickle y Valverde, 2009).

La expansión rápida de paladar asistida quirúrgicamente es una técnica de cirugía mayor, ambulatoria, que permite corregir trastornos transversales del maxilar superior la cual, consiste básicamente en una corticotomía de la pared lateral del maxilar superior combinada con una osteotomía palatina media efectuada por vía interincisal. (González, Huerta-Madrid y Raspall, 2002). Entre las complicaciones de este procedimiento se encuentran, la hemorragia, lesiones neurológicas (hipoestésias o parestesias) del nervio infraorbitario, fractura de los segmentos transportados, fractura de los segmentos de anclaje, lesiones dentales González, Huerta-Madrid y Raspall, 2002; Rodrigues, Allais y Maurette, 2007).

## **2.8 Justificación**

La oclusopatía es una alteración de crecimiento de los maxilares que deteriora las funciones estomatognáticas (Simões, 1978), y es considerada como uno de los mayores problemas de salud mundial dada su elevada prevalencia. En México la prevalencia global es del 80% (Ortiz y Cárdenas, 2005), y se sabe que un gran porcentaje de la población adulta (del 50 al 67%) no es tratada en edad temprana (Macías et al., 2006). Esta patología es factor predisponente de otras enfermedades como son las disfunciones temporomandibulares debido a las alteraciones en la postura mandibular, las periodontales específicamente la gingivitis, asociada con un RR 1.74, I.C. (1.32-2.29) para el 95% (Méndez, Pérez y Fors, 2007).

Una de las formas efectivas para tratar las oclusopatías es la OFM, que a través de los aparatos ortopédicos, promueve el crecimiento óseo alveolar (Petrovic, Stutzmann y Oudet, 1982). Es posible corregir las oclusopatías, aún en edad adulta, a través de dichos aparatos, ya que la cara continúa creciendo y desarrollándose toda la vida (Roberts, Hohlt y Arbuckle, 1998).

Cuando los problemas se tratan en edad temprana a través de OFM, se obtienen respuestas de crecimiento orientado, corrigiendo la relación maxilomandibular y consecuentemente la posición de los dientes (Simões, 1985). En el caso del adulto también es posible obtener resultados satisfactorios, sin embargo, es necesario determinar la capacidad que tiene para responder a un tratamiento ortopédico. Esto permitirá obtener datos que nos ayuden a prescribir un tratamiento con técnicas menos invasivas.

Por eso, es necesario determinar si la capacidad de respuesta tisular, rotación de crecimiento condilar e inclinación de los incisivos son factores que afectan el crecimiento alveolar (expansión dentoalveolar) en pacientes que ya han pasado por el período de mayor aceleración en cuanto al crecimiento óseo se refiere.

## **2.9 Planteamiento del problema**

La oclusopatía es una enfermedad que se caracteriza por la atrofia en los maxilares que afecta principalmente músculos y huesos, consecuentemente afecta la oclusión de los dientes (Simões, 1978), alterando la ejecución correcta de las funciones del sistema estomatognático como son la respiración, deglución, fonación, etc. (Planas, 1987). Hoy en día las oclusopatías son consideradas como uno de los mayores problemas de salud ya que el 95.7 % de la población presentan algún tipo de oclusopatías (Pereira, Barbosa y Krunislave, 2006; Glazer, Silva y Marcenes, 2002). Las oclusopatías son diagnosticadas muchas veces por una apariencia antiestética que se manifiesta especialmente a partir de los 7 años de edad, época de cambios importantes en el plano oclusal por ser una etapa de transición de la dentición decidua a la mixta (Simões, 1995b). Sin embargo, aún cuando las oclusopatías son diagnosticadas a edad temprana, existe un gran porcentaje de oclusopatía en el adulto perjudicando las funciones correctas del sistema estomatognático.

Se ha comprobado que durante el desarrollo, el potencial biológico de crecimiento y la capacidad de respuesta tisular varía de un individuo a otro (Stutzmann y Petrovic, 1970; 1985). Sin embargo, no se sabe si en el adulto acontece lo mismo.

Cuando existen casos en donde el crecimiento de los maxilares no se ha desarrollado correctamente, se puede lograr modular la magnitud del crecimiento mediante aparatos ortopédicos apropiados (Petrovic, Stutzmann y Lavergne, 1990; Petrovic, 1982; Petrovic y Stutzmann, 2004a).

Cuando los problemas se tratan en edad temprana a través de OFM, se obtienen respuestas de crecimiento orientado, corrigiendo la relación maxilomandibular y consecuentemente la posición de los dientes (Simões, 1985). En el caso del adulto no se conoce si la capacidad de respuesta tisular y la rotación de crecimiento condilar intervienen en la obtención de resultados satisfactorios en cuanto a la obtención de espacio para aliviar el apiñamiento, así como la corrección de la inclinación incisiva sin la necesidad de extracciones dentarias.

## **2.10 Hipótesis**

Existe una relación positiva entre la rotación de crecimiento condilar anterior, un nivel elevado de la capacidad de respuesta tisular, y una relación negativa de la inclinación incisiva con un mayor grado de expansión dentoalveolar, en pacientes adultos tratados con aparatos ortopédicos funcionales.

## **2.11 Objetivo general**

Determinar si existe una relación positiva de la rotación de crecimiento condilar anterior, el nivel elevado de capacidad de respuesta tisular, una relación negativa de la inclinación incisiva con la magnitud de expansión dentoalveolar, en pacientes tratados con aparatos ortopédicos funcionales.

## **2.12 Objetivos específicos**

- 1.- Determinar el tipo de rotación condilar de los pacientes sometidos a tratamiento ortopédico.
- 2.- Determinar la categoría de crecimiento (de 1<sup>a</sup> a la 6<sup>a</sup>) de los pacientes sometidos a tratamiento ortopédico.
- 3.- Determinar los ángulos que definen la inclinación incisiva en la radiografía lateral de cráneo antes y después del tratamiento ortopédico funcional.
- 4.- Determinar las distancias interdenterias en los modelos de las arcadas dentarias antes y después del tratamiento ortopédico funcional.
- 5.- Establecer el grado de expansión a través de la diferencia de las distancias interdenterias medidas en los modelos de estudio antes y después a su tratamiento.
- 6.- Establecer la relación entre el tipo de rotación de crecimiento condilar con los diversos grados de expansión dentoalveolar.
- 7.- Establecer la relación entre la capacidad de respuesta tisular mediante la categoría de crecimiento con los diversos grados de expansión dentoalveolar.
- 8.- Establecer la relación entre la inclinación incisiva con los diversos grados de expansión dentoalveolar.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Diseño del estudio

Estudio longitudinal comparativo

#### 3.2. Definición del universo

Para conocer el tamaño de muestra, se utilizó una fórmula en la cual se busca una correlación con la finalidad de conocer si las variables se encuentran relacionadas, en el sentido que los cambios de una variable influyen en los cambios de la otra en cualquier sentido.

$$n = 3 + \frac{K}{C^2}$$

$$K = (Z \alpha + Z \beta)^2 \quad (K \text{ para } \alpha \text{ de } 0.05 \text{ y un poder del estudio de } 80\% = 7.9)$$

$$C = 0.5 \ln \frac{(1+r)}{(1-r)} = (0.5) \ln \frac{(1+0.5)}{(1-0.5)} = (0.5) \ln(1.5/0.5) = (0.5)(\ln 3) = 0.5(1.098) = 0.549$$

r= coeficiente de correlación esperado (=0.5)

$$n = 3 + \frac{7.9}{0.549^2} = 3 + \frac{7.9}{0.301} = 3 + 26.24 = 29.24 \quad \mathbf{n = 30 \text{ sujetos}}$$

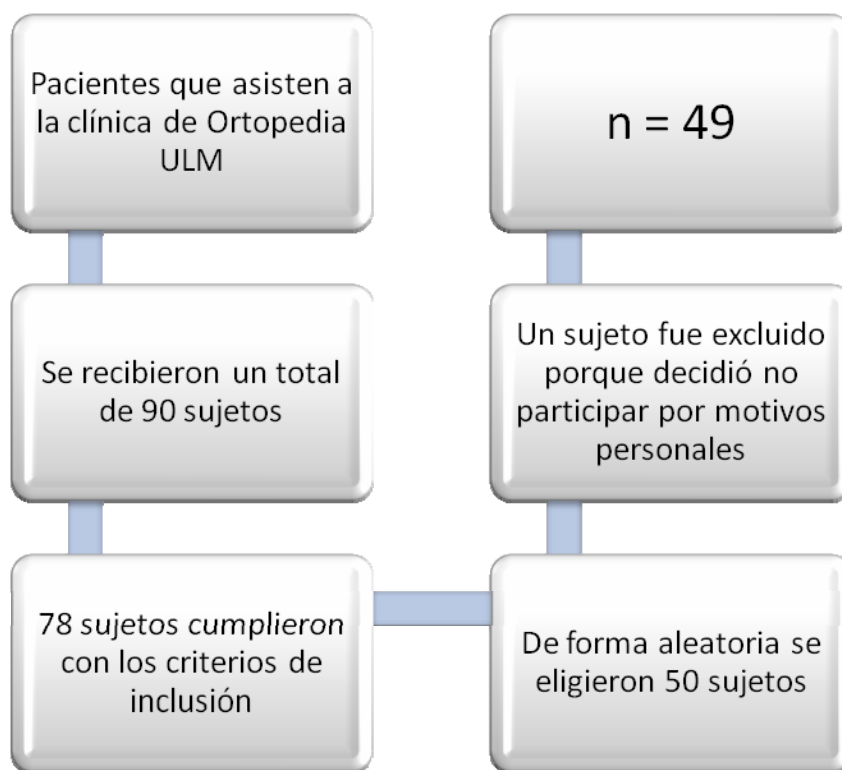
De acuerdo a este procedimiento para llevar a cabo este estudio, el tamaño de muestra que se requiere es de 30 pacientes.



### 3.3. Materiales y métodos

#### 3.3.1 Características de los participantes

La revisión y aprobación de las implicaciones éticas fue realizada por el Comité de Ética local. Todos los sujetos una vez que se les explicó en qué consistía el estudio, firmaron constancia de consentimiento informado (Anexo I). En la figura 3.1 se muestra el procedimiento que se siguió para la selección de los sujetos.



**Figura 3.1. Organigrama de selección de los sujetos. La selección de los sujetos fue realizada de forma aleatoria de un total de 90 sujetos, se constituyó (n= 49).**

#### 3.3.2 Radiografía lateral de cráneo

Se realizaron dos radiografías laterales de cráneo de cada sujeto. La primera, se llevó a cabo antes de iniciar el tratamiento con la finalidad de obtener el diagnóstico y conocer la

rotación de crecimiento condilar, capacidad de respuesta tisular e inclinación de los incisivos superiores e inferiores. La segunda radiografía, se tomó a los 18 meses de tratamiento ortopédico con la finalidad de discernir los cambios obtenidos en cuanto a la inclinación incisiva se refiere. Las radiografías fueron tomadas con un aparato Ortofox Plus marca Sirona.

### 3.3.3 Modelos de estudio en yeso

Antes de iniciar el tratamiento, se tomó el primer juego de impresiones de las arcadas dentarias con alginato y se vaciaron en yeso tipo alfa de ortodoncia dos veces, con el propósito de tener los modelos de estudio y los modelos de trabajo.

Se obtuvieron los modelos de las arcadas dentarias en yeso antes de iniciar el tratamiento con la finalidad de:

- a) Diagnóstico (modelos de estudio)
- b) Diseñar y elaborar el aparato ortopédico en los modelos de trabajo (ver aparato ortopédico funcional)
- c) Adquirir las mediciones transversales a nivel de caninos, premolares y molares superiores e inferiores en los modelos de estudio. (Anexo III)

Después de 18 meses de tratamiento se tomaron nuevamente impresiones de las arcadas dentarias para obtener los modelos de estudio en yeso con la finalidad de:

- a) Revaloración del caso.
- b) Medir las distancias transversales después de este periodo de tratamiento ortopédico, compararlas con el modelo inicial y de esta forma conocer el grado de expansión mediante la diferencia de milímetros entre los primeros y segundos modelos obtenidos.

Las impresiones de las arcadas dentarias se realizaron con alginato (jeltrate) y porta-impresiones de plástico marca AMCO. El yeso utilizado para el vaciado de los modelos fue yeso tipo alfa de ortodoncia blanco marca Zhermack.

### 3.3.4 Aparatos ortopédicos funcionales

A todos los sujetos se les realizó un aparato ortopédico funcional Planas, específicamente Pistas Indirectas Planas Simples (PIPS) con cambio de postura en Determinada Área (DA) (Simões, 2004) (Ver figura 3.2).

Para la confección de los aparatos ortopédicos, se utilizó el siguiente material:

- a) Alambre redondo marca Dentaureum de espesor 032 y 036 mm
- b) Acrílico autopolimerizable marca Nic Tone
- c) Expansores de 10 mm marca Dentaureum
- d) Mechero de alcohol
- e) Cera rosa toda estación marca
- f) Espátula de Lecron marca Hiu Freedy
- g) Separador yeso-acrílico marca Nic Tone

#### Aparato ortopédico funcional de Planas



**Figura 3.2. Aparato ortopédico funcional. El tipo de aparato ortopédico funcional utilizado, corresponde a unas Pistas Indirectas Planas Simples (PIPS), el cual, fue colocado para crear expansión con el fin corregir el apiñamiento dentario.**

### 3.3.5 Rotación de crecimiento condilar

De acuerdo a los estudios realizados por Stutzman en 1976 y con la finalidad de determinar las variaciones de la dirección del crecimiento condiliano, Lavergne y Gasson en 1982, elaboraron un análisis y realizaron la clasificación del grupo rotacional. De esta forma, se determinó el tipo de rotación de crecimiento condilar (anterior, neutro o posterior) en una radiografía lateral de cráneo, mediante el análisis cefalométrico específico (Petrovic y Stutzmann 2004b) (Ver figura 2.5, Anexo III).

### 3.3.6 Capacidad de respuesta tisular

La capacidad de respuesta tisular se obtuvo a partir de la categoría de crecimiento, la cual se conoce a través del análisis cefalométrico realizado por Petrovic et al 1988, la cual puede ser categorizada del 1 al 6, siendo 1, la de menor capacidad de respuesta tisular y el 6 máximo potencial de crecimiento (Ver figura 2.4, Anexo III).

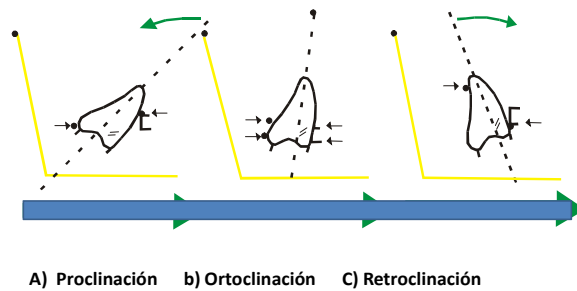
### 3.3.7 Inclinación incisiva

Se midió la inclinación de los incisivos en la radiografía lateral de cráneo tomada antes del tratamiento ortopédico y a los 18 meses de haberse iniciado éste. Para lo cual, se trazó el plano mandibular, base craneal y el eje longitudinal de los incisivos. Mediante los ángulos formados por el eje longitudinal del incisivo superior con la base craneal y el inferior con el plano mandibular se conoce la inclinación de los incisivos dando la posibilidad de presentar:

Proclinación: Cuando el ángulo formado por el eje longitudinal de los incisivos con respecto al plano de referencia es mayor de  $103^\circ$  para el incisivo superior y de  $90^\circ$  para el inferior (Ver figura 2.3 inciso a).

Retroclinación: Cuando el ángulo medido es menor de  $103^\circ$  para el incisivo superior y de  $90^\circ$  para el inferior (Ver figura 2.3 inciso b).

Ortoclinación: Cuando la inclinación de los incisivos presenta una angulación de  $103^\circ$  para el incisivo superior y de  $90^\circ$  para el inferior (Ver figura 2.3 inciso c).



**Figura 3.3. Inclínación incisiva. a) Proclinación, b) Ortoclinación y c) Retroclinación. Obsérvese que en la proclinación el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo con el plano de referencia se encuentra aumentado, mientras que en la retroclinación está disminuido.**

Para analizar los datos, se clasificaron los ángulos obtenidos en la segunda radiografía (posterior a los 18 meses de tratamiento) de la siguiente forma:

- Si se redujo el ángulo (1)
- Si no se modificó (2)
- Si aumentó el ángulo (3)

### 3.3.8 Grado de expansión

En este estudio se utilizó la expansión lenta por el tipo de fuerzas fisiológicas que nos proporciona, siendo ésta una de las características de las técnicas ortopédicas funcionales. Para medir las distancias transversales interdientarias, se utilizó un calibrador dental con puntas largas Beerendok marca Dentaureum.

Las distancias interdientarias se realizaron a nivel de caninos, premolares y molares, tanto en la arcada superior como en la inferior. Las medidas se tomaron en milímetros de forma directa sobre los modelos de yeso utilizando un calibrador con el siguiente método:

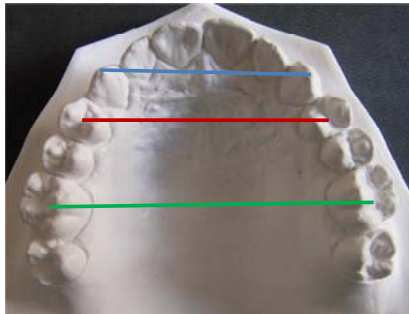
Distancia intercanina.- Se midió con el compás de puntas finas de la punta de la cúspide del canino derecho a la punta de la cúspide del canino izquierdo tanto en superior como en inferior.

Distancia interpremolar.- Se obtuvo midiendo la distancia del surco central del segundo premolar del lado derecho al surco central del segundo premolar del lado izquierdo tanto para superior como para inferior.

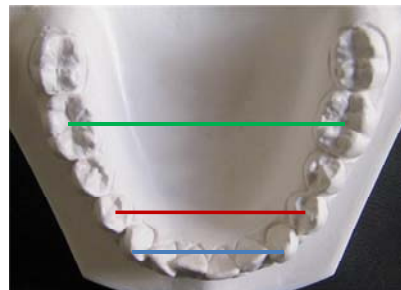
Distancia intermolar.- Se tomó a nivel del primer molar tanto en superior como en inferior. En superior se obtuvo a través de la distancia de la fosa central del molar del lado derecho a la fosa central del molar del lado izquierdo. En el molar inferior se obtuvo a partir del surco central del lado derecho al surco central del lado izquierdo.

Para conocer la diferencia del tamaño del hueso alveolar de los pacientes tratados con ortopedia funcional, se consideraron las distancias intercanina superior (DICS) e inferior (DICI), interpremolar superior (DIPS) e inferior (DIPI) e intermolar superior (DIMS) e inferior (DIMI) antes y después del tratamiento (Figura 3.4).

**Distancias interdentes superior: intercanina (DICS), interpremolar (DIPS) e intermolar (DIMS)**



**Distancias interdentes inferiores: intercanina (DICI), interpremolar (DIPI) e intermolar (DIMI)**



- Distancia intercanina superior e inferior (DICS, DICI)
- Distancia interpremolares superior e inferior (DIPS, DIPI)
- Distancia intermolar superior e inferior (DIMS, DIMI)

**Figura 3.4. Distancias interdentes. Se observan las áreas medidas en las arcadas dentarias superior inferior antes y después del tratamiento ortopédico para conocer el grado de expansión dentoalveolar.**

El grado de expansión del hueso alveolar se obtuvo de acuerdo a la cantidad de expansión considerando la capacidad de ésta de acuerdo al tipo de hueso y su localización (Cuadro 3.1).

**Cuadro 3.1. Grado de expansión. El grado de expansión fue obtenido de acuerdo al rango de expansión logrado.**

<b>DICS</b>		<b>DICI</b>		<b>DIPS / DIPI DIMS/DIMI</b>	
<b>Rango de expansión (mm)</b>	<b>Grado de expansión</b>	<b>Rango de expansión (mm)</b>	<b>Grado de expansión</b>	<b>Rango de expansión (mm)</b>	<b>Grado de expansión</b>
0 – 2.0	1	0 – 1.5	1	0 – 3.0	1
2.1 – 4.0	2	1.6 -- 3.1	2	3.1 -- 6.0	2
4.1 – 6.0	3	3.2 -- 4.7	3	6.1 -- 9.0	3
> 6.1	4	> 4.8	4	> 9.1	4

### 3.4. Análisis estadístico

Se realizó la prueba de D'Agostino y Pearson para conocer si los datos presentaban una distribución normal, pasando la prueba de normalidad ( $\alpha = 0.05$ ). Después se prosiguió a realizar los diferentes análisis estadísticos.

Se efectuó estadística descriptiva de cada una de las variables para conocer los porcentajes que existen de cada uno de los tipos de rotación de crecimiento condilar, la capacidad de respuesta tisular, el tipo de inclinación dentoalveolar de los incisivos superiores e inferiores antes y después del tratamiento, así como, el promedio de expansión dentoalveolar obtenido en las diferentes regiones de la arcada dentaria.

Se realizó una prueba de t pareada para conocer si el promedio de la diferencia es diferente de 0. Esta prueba se realizó tanto en la inclinación incisiva superior e inferior antes del tratamiento (pretratamiento) y después del tratamiento (postratamiento); así como de las distancias transversales en las diferentes regiones antes y después de tratados.

Para examinar si existe una relación entre el tipo de rotación condilar, la capacidad de respuesta tisular (a través de la categoría de crecimiento tisular) y la inclinación de los incisivos con el grado de crecimiento transversal del hueso alveolar (a través de la expansión dentoalveolar), se realizó una prueba estadística no paramétrica ya que los datos son de nivel ordinal, esta se obtuvo a través del coeficiente de correlación de Spearman quien mide el grado de asociación entre dos variables. Spearman mide el grado de asociación lineal entre los rangos de 2 variables. Los valores para cada variable, se encuentran en rangos del más bajo al más alto y se calcula a partir de esos rangos.

Para conocer si existe efecto significativo y la magnitud de éste, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA). Éste análisis es una técnica de control estadístico que permite eliminar de la variable dependiente del ANOVA el efecto atribuible a variables no incluidas en el diseño como factores y, por lo tanto, no sometidas a control experimental. Para esto, se tomó el grado de expansión como variable dependiente, la rotación de crecimiento condilar como variable independiente y la capacidad de respuesta tisular como covariable.

La información de los datos se presenta en cuadros y gráficas. Para realizar los análisis estadísticos se consideró un nivel de confianza del 95% utilizando software SPSS versión 16.



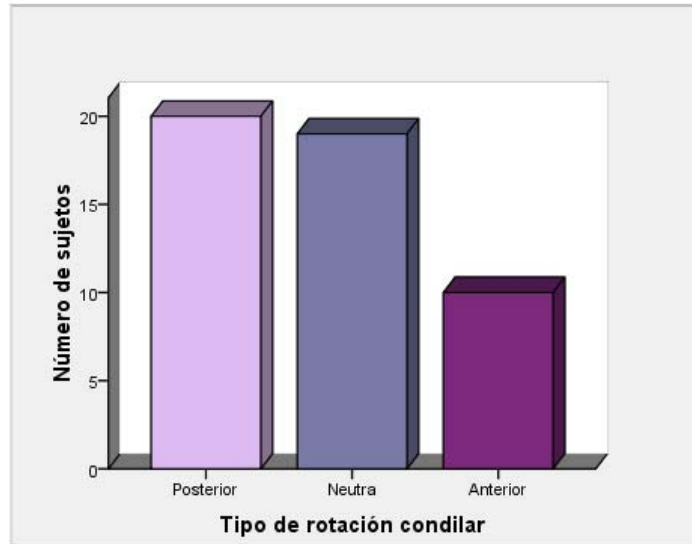
## IV. RESULTADOS

Se hizo una invitación para participar en el estudio a todos los sujetos que llegaron a la clínica de ortodoncia y ortopedia maxilar de la Universidad Latina de México (ULM) en busca de tratamiento ortodóntico, que fueran de género masculino, con edad entre 25 a 35 años de edad. Se recibieron un total de 90 sujetos, de los cuales, 78 cumplieron con los criterios de inclusión (oclusopatía clase I con apiñamiento). De estos 78 sujetos, se designó el grupo de forma aleatoria con una  $n = 50$  pacientes para integrar el grupo de estudio. De los 50 sujetos, fue excluido uno quien decidió ya no participar por motivos personales. La muestra de este estudio fue constituida por 49 sujetos de género masculino de 25 a 35 años de edad, con un promedio de 29 años  $\pm 3.2$ .

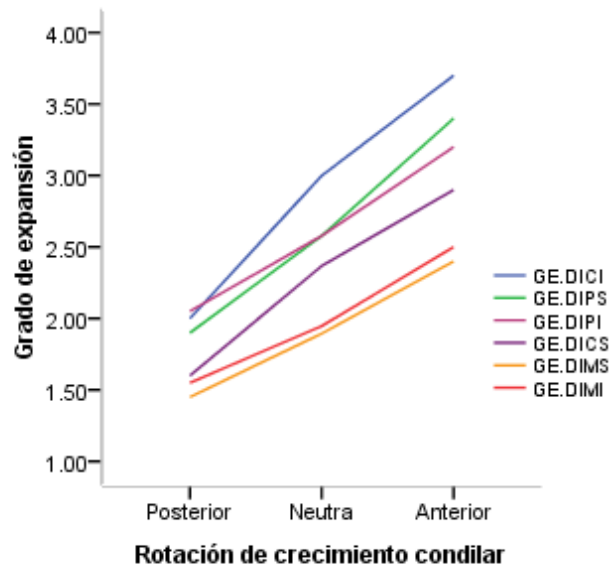
### **Rotación de crecimiento condilar**

Los análisis cefalométricos realizados en las radiografías laterales de cráneo, revelaron en un análisis descriptivo, que 20 sujetos (40.8%) presentaron rotación de crecimiento condilar posterior, 19 sujetos (38.8%) rotación condilar neutra y 10 sujetos (20.4%) rotación de crecimiento condilar anterior. La figura 4.1, muestra la distribución de la rotación de crecimiento condilar.

Los resultados del análisis de la correlación de Spearman, entre el tipo de rotación de crecimiento condilar y el grado de expansión obtenido, muestran una relación positiva con una  $r = 0.68$  a nivel de caninos inferiores ( $p=0.0001$ ). En el Cuadro 4.1 se pueden observar los valores de  $r$  de acuerdo a las diferentes áreas medidas. Se puede observar un mayor grado de expansión en los sujetos con rotación de crecimiento condilar anterior (Figura 4.2).



**Figura 4.1. Distribución de rotación de crecimiento condilar. Obsérvese que la minoría de los sujetos de ésta muestra presentan rotación de crecimiento condilar anterior.**



**Figura 4.2. Correlación de la rotación de crecimiento condilar con el grado de expansión dentoalveolar. La rotación de crecimiento condilar muestra una correlación positiva con el grado de expansión (GE) dentoalveolar en todas las regiones medidas. Obsérvese que la rotación de crecimiento condilar anterior presenta mayor grado de expansión. (DICS= Distancia intercanina superior, DICI= Distancia intercanina inferior, DIPS= Distancia interpremolar superior, DIPI= Distancia interpremolar inferior DIMS= Distancia intermolar superior, DIMI= Distancia intermolar inferior).**

**Cuadro 4.1. Correlación de la rotación de crecimiento condilar, capacidad de respuesta tisular con el grado de expansión dentoalveolar. El análisis de Spearman, muestra una correlación positiva de la rotación de crecimiento condilar y categoría de crecimiento con el grado de expansión en las diferentes áreas medidas.**

N=49	Grado de expansión DICS	Grado de expansión DICI	Grado de expansión DIPS	Grado de expansión DIPI	Grado de expansión DIMS	Grado de expansión DIMI
<b>Rotación de crecimiento Condilar</b>	r = 0.51 p < 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.25	r = 0.68 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.46	r = 0.58 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.34	r = 0.51 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.27	r = 0.49 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.24	r = 0.40 p = 0.005 r <sup>2</sup> = 0.16
<b>Capacidad de Respuesta Tisular</b>	r = 0.83 p = < 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.69	r = 0.84 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.70	r = 0.68 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.47	r = 0.73 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.53	r = 0.69 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.47	r = 0.61 p = 0.0001 r <sup>2</sup> = 0.40

### Capacidad de respuesta tisular

En el análisis de la capacidad de respuesta tisular, se encontró un mayor porcentaje de sujetos con una capacidad de respuesta tisular correspondiente a la categoría 2, encontrándose muy parecidos los porcentajes de la categoría 4 y 5 y en menor porcentaje las categorías 1 y 3. En la categoría 6 no se encontró ningún sujeto (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2. Distribución de la capacidad de respuesta tisular. Obsérvese que las categorías de crecimiento 2 y 4 son las que prevalecen en cuanto al número de sujetos que la presentan.**

Capacidad de respuesta tisular (categoría de crecimiento)	Frecuencia (%)
1	6 (12.2)
2	14 (28.6)
3	5 (10.2)
4	13 (26.5)
5	11 (22.4)
6	0 (0.0)
Total	49 (100)

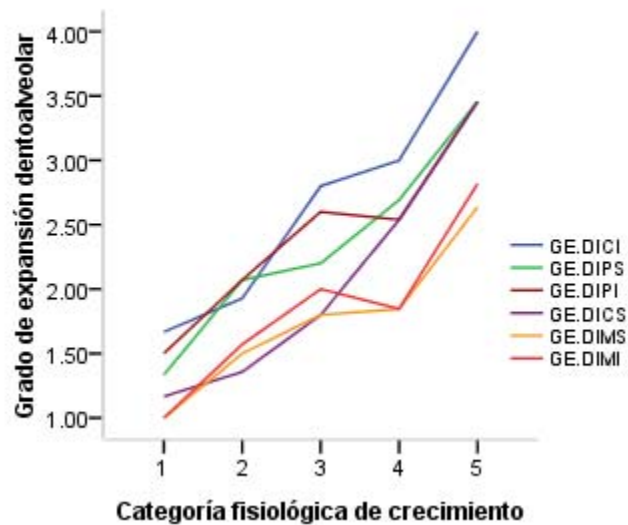
Por otro lado, se examinó el grado de expansión obtenido en cada una de las diferentes áreas medidas de acuerdo a cada una de las 6 categorías de crecimiento que nos proporcionan la capacidad de respuesta tisular. Se observó que los resultados son parecidos

en los primeros 2 grupos (categoría 1 y 2), de igual forma ocurrió con los grupos de las categorías 3 y 4, y finalmente en la categoría 5 sin sujetos en la categoría 6 (Cuadro 4.3).

Nuestros resultados del análisis de correlación de Spearman, entre la capacidad de respuesta tisular (conocida a través de la categoría de crecimiento) con el grado de expansión dentoalveolar, mostraron una relación positiva en todas las áreas medidas, siendo más baja a nivel de molares inferiores con una  $r = 0.61$  y más alta a nivel de caninos inferiores con  $r = 0.84$  ( $p < 0.0001$ ). En el Cuadro 4.1 se pueden observar los valores de  $r$  de acuerdo a la zona medida. En la Figura 4.3 se puede notar que a mayor capacidad de respuesta tisular, mayor grado de expansión.

**Cuadro 4.3. Promedio del grado expansión (PGE) obtenido en las diferentes categorías de crecimiento tisular. Obsérvese que cuanto mayor es la categoría de crecimiento tisular, mayor es el grado de expansión.**

<b>Sitio de expansión</b>	<b>Categoría 1 PGE (mm)</b>	<b>Categoría 2 PGE (mm)</b>	<b>Categoría 3 PGE (mm)</b>	<b>Categoría 4 PGE (mm)</b>	<b>Categoría 5 PGE (mm)</b>
DICS	2.1	2.5	3.8	4.3	5.5
DICI	2.0	2.5	4.2	4.6	6.5
DIPS	3.3	4.9	5.4	6.4	9.0
DIPI	4.0	4.6	6.1	6.4	9.6
DIMS	1.9	3.3	3.6	5.4	4.6
DIMI	2.6	1.9	4.8	4.1	5.2



**Figura 4.3.** Correlación de la capacidad de respuesta tisular con el grado de expansión dentoalveolar. La capacidad de respuesta tisular, conocida a través de la categoría de crecimiento, muestra una correlación positiva con el grado de expansión (GE) en las diferentes regiones medidas. (DICS= Distancia intercanina superior, DICI= Distancia intercanina inferior, DIPS= Distancia interpremolar superior, DIPI= Distancia interpremolar inferior DIMS= Distancia intermolar superior, DIMI= Distancia intermolar inferior.)

### **Inclinación incisiva**

Los resultados del análisis de la inclinación dentoalveolar de los incisivos superiores, señalan que el 63.3% (n=31) de los sujetos presentaron proclinación dentoalveolar superior, mientras que el 24.4 % (n=12) presentaron retroclinación y el 12.2% (n=6) ortoclinación.

En los incisivos inferiores, el 81.6 % de los sujetos (n=40) presentaron proclinación dentoalveolar, el 8.2 % (n=4) presentaron retroclinación y el 10.2 % (n=5) ortoclinación (Cuadro 4.4).

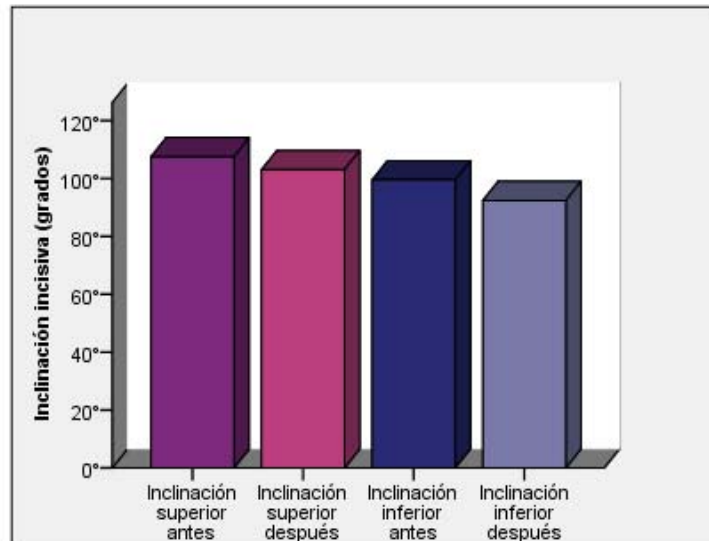
**Cuadro 4.4. Distribución del tipo de inclinación incisiva. La mayoría de los sujetos presentaron proclinación dentoalveolar en los incisivos superiores e inferiores antes del tratamiento.**

	<b>Retroclinación n (%)</b>	<b>Proclinación n (%)</b>	<b>Ortoclinación n (%)</b>	<b>Total n (%)</b>
Superiores	12 (24.4)	31 (63.3)	6 (12.2)	49 (100)
Inferiores	4 (8.2)	40 (81.6)	5 (10.2)	49 (100)

En la comparación de promedios entre la inclinación de los incisivos en pre-tratamiento y pos-tratamiento realizada mediante la prueba de t pareada mostraron una diferencia significativa ( $p < 0.0001$ ) (Cuadro 4.5). De los sujetos que presentaron proclinación, el 100% modificaron la inclinación alcanzando una ortoclinación tanto de los incisivos superiores como de los inferiores. Los sujetos que presentaban retroclinación, consintieron una modificación en su inclinación para lograr una ortoclinación y los sujetos que presentaban ortoclinación, la mantuvieron. La Figura 4.5 muestra la disminución de la inclinación dentoalveolar de los incisivos superiores e inferiores de los pacientes que presentaron proclinación antes de ser tratados con ortopedia funcional.

**Cuadro 4.5. Comparación de la inclinación de los incisivos. Mediante la prueba de t pareada se puede observar los cambios de inclinación incisiva en los sujetos que presentaron proclinación.**

<b>Inclinación incisiva</b>	<b>Pre-tratamiento Promedio (°)</b>	<b>Pos-tratamiento Promedio (°)</b>	<b>Diferencia Pre-pos tratamiento (°)</b>	<b>Valor de p</b>
Superiores	107.5	103.4	4.1	<0.0001
Inferiores	99.5	91.3	8.2	<0.0001



**Figura 4.4. Inclínación dentoalveolar de incisivos. Cambios observados en la inclinación de los incisivos superiores e inferiores antes y después del tratamiento ortopédico funcional ( $p < 0.0001$ ).**

El análisis de correlación entre la inclinación incisiva y el grado de expansión a nivel de caninos inferiores mostró una relación negativa  $r = -0.45$  ( $p < 0.05$ ) así como también a nivel de premolares inferiores  $r = -0.47$  ( $p < 0.05$ ). En la arcada superior únicamente se mostró a nivel de premolares  $r = 0.58$  ( $p < 0.05$ ). En el Cuadro 4.6 se pueden observar los valores de  $r$  de acuerdo a las diferentes áreas medidas.

**Cuadro 4.6. Correlación de la inclinación incisiva con el grado de expansión dentoalveolar. Obsérvese que existe una correlación negativa principalmente a nivel de premolares.**

N=49	Grado de expansión DICS	Grado de expansión DICI	Grado de expansión DIPS	Grado de expansión DIPI	Grado de expansión DIMS	Grado de expansión DIMI
Inclinación Incisiva superior	$r = -0.24$ $p = 0.15$ $r^2 = 0.06$		$r = -0.50$ $p = 0.002$ $r^2 = 0.25$		$r = -0.18$ $p = 0.29$ $r^2 = 0.03$	
Inclinación Incisiva inferior		$r = -0.45$ $p = 0.004$ $r^2 = 0.20$		$r = -0.47$ $p = 0.002$ $r^2 = 0.22$		$r = -0.091$ $p = 0.570$ $r^2 = 0.08$

En las gráficas de relación entre la inclinación incisiva con el grado de expansión a nivel de caninos y premolares superiores, se observó la presencia de un valor extremo o atípico, por lo que se decidió eliminar esos datos y realizar nuevamente la gráfica para reconsiderar el valor de  $r$  (Cuadro 4.7). Los resultados en las gráficas muestran que al eliminar el valor extremo o atípico, aumenta el valor de  $r^2$ . Aún cuando la relación entre la inclinación incisiva y el grado de expansión a nivel de caninos superiores no fue significativa ( $p>0.05$ ), también pudimos observar variación en el valor de  $r^2$  (Figura 4.5a, a la 4.5f).

**Cuadro 4.7. Consideración del valor de  $r$  en la inclinación incisiva. Efecto de eliminación de dato aberrante sobre  $r$  de inclinación incisiva y grado de expansión a nivel de caninos y premolares superiores.**

<b>Relación entre Inclinación incisiva y grado de expansión</b>	<b>n=49</b>	<b>n=48</b>	<b>n= 47</b>
<b>Grado de expansión en caninos superiores</b>	$r = -0.25$	$r = -0.25$	$r = -0.40$
<b>Grado de expansión en premolares superiores</b>	$r = -0.50$	$r = -0.60$	$r = -0.60$



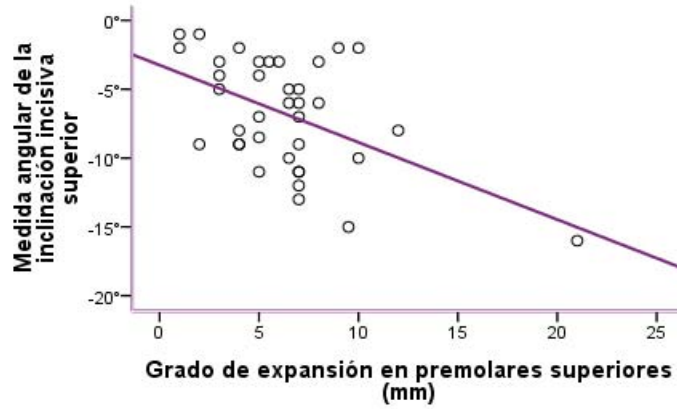


Figura 4.5a. Correlación entre la inclinación incisiva y grado de expansión. La inclinación incisiva superior presenta una relación negativa con el grado de expansión a nivel de premolares superiores, presentó una  $r = -0.5$ . Sin embargo, se encontró la presencia de un valor extremo o atípico.

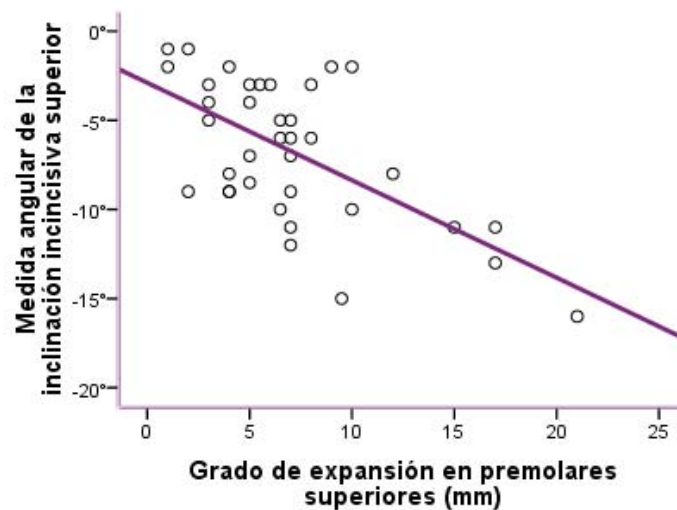


Figura 4.5b. Correlación entre la inclinación incisiva y grado de expansión. Debido a la presencia del valor extremo en la gráfica anterior, se retiró el valor atípico, por lo que modificó la  $n = (48)$  mostrando un aumento en el valor de ( $r = -0.6$ ).

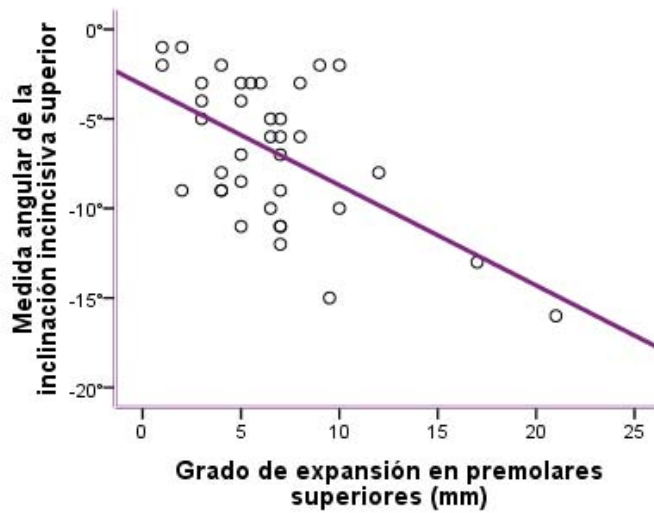


Figura 4.5c. Correlación entre la inclinación incisiva y grado de expansión. En base a la gráfica anterior, se decidió disminuir la  $n=47$  en el que en el valor de  $(r=-0.6)$ , ya no presentó modificación.

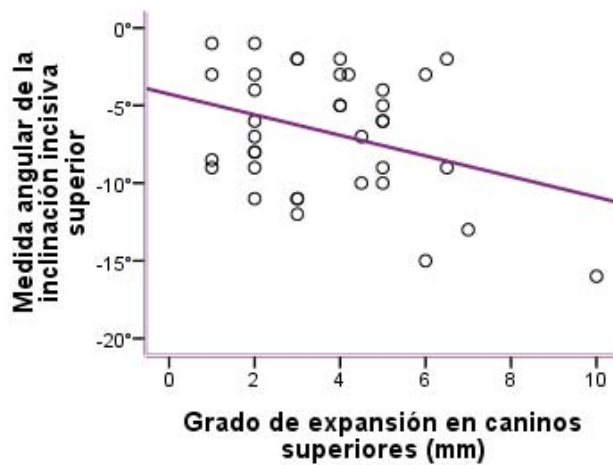


Figura 4.5d. Correlación entre la inclinación incisiva y grado de expansión. La inclinación incisiva superior no presentó una relación con el grado de expansión a nivel de caninos superiores ( $r= -0.24$ ). Sin embargo, se encontró la presencia de un valor extremo o atípico.

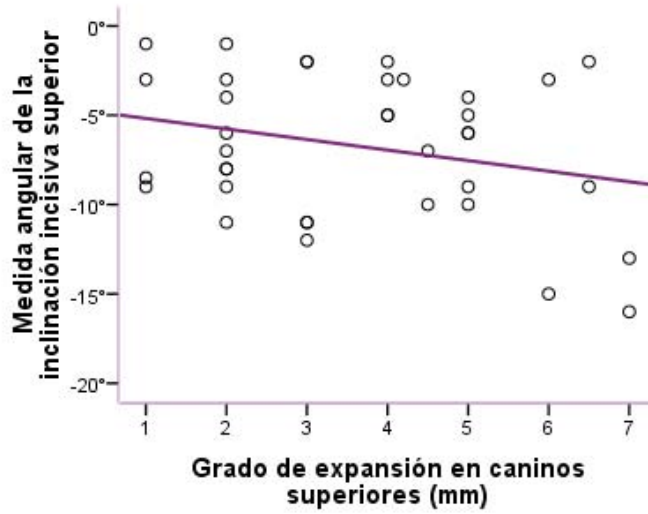


Figura 4.5e. Correlación entre la inclinación incisiva y grado de expansión. Debido a la presencia del valor extremo en la gráfica anterior, se retiró el valor atípico, por lo que modificó la  $n= (48)$ . Se mostró una ligera modificación en el valor de  $(r=-0.26)$ .

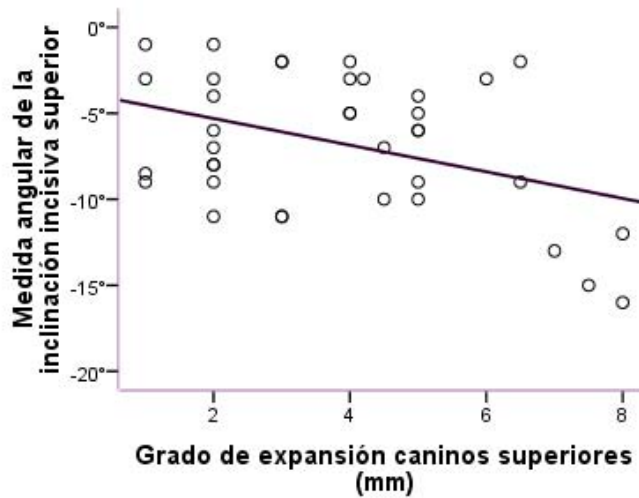


Figura 4.5f. Correlación entre la inclinación incisiva y grado de expansión. En base a la gráfica anterior, se decidió disminuir la  $n=47$ . Observese que al eliminar el siguiente valor extremo, mostró un aumento en el valor de  $(r=-0.4)$ .

## Grado de expansión

Todos los sujetos presentaron aumento en las distancias interdentarias, denotando crecimiento dentoalveolar en las diferentes regiones que se midieron. A nivel de la distancia intercanina superior, se observó una expansión promedio de 3.68 mm, encontrando que el 36.7 % de los sujetos presentaron expansión mayor de 4 mm (Figura 4.6). A nivel de caninos inferiores el 51% obtuvo un grado de expansión mayor a 4 mm con un promedio de 4.09 mm de expansión (Figura 4.7). En la zona de premolares, (Figuras 4.8 y 4.9) se encontró un grado de expansión mayor con respecto al área de caninos y molares. El promedio de expansión de los premolares superiores fue de 6.18 mm, en donde el 53.1 % de los sujetos obtuvieron una expansión mayor de 6.1mm. En los premolares inferiores se obtuvo un promedio de expansión de 6.25 mm, observándose que el mayor porcentaje de los sujetos tuvo una expansión menor de 9 mm. En cuanto a la distancia transversal entre los molares superiores e inferiores se obtuvo un promedio de expansión de 3.68 mm para superior y de 3.95mm para inferior. (Cuadro 4.8, Figuras 4.10 y 4.11).

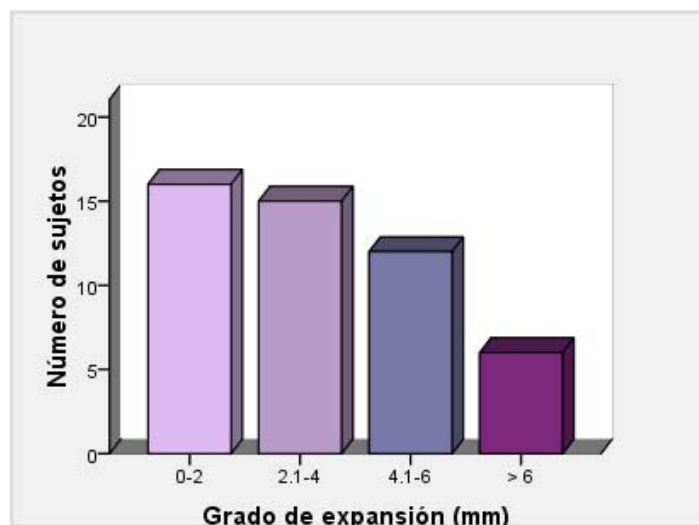
En la comparación de promedios mediante la prueba de t pareada, las distancias interdentarias medidas a nivel de caninos, premolares y molares superiores e inferiores, mostraron diferencia significativa ( $p < 0.0001$ ) entre pre-tratamiento y pos-tratamiento. (Cuadro 4.9)

**Cuadro 4.8. Distribución del grado de expansión dentoalveolar. Obsérvese el grado de expansión logrado en las diferentes regiones de las arcadas dentarias. (DICS= Distancia intercanina superior, DICI= Distancia intercanina inferior, DIPS= Distancia interpremolar superior, DIPI= Distancia interpremolar inferior DIMS= Distancia intermolar superior, DIMI= Distancia intermolar inferior.)**

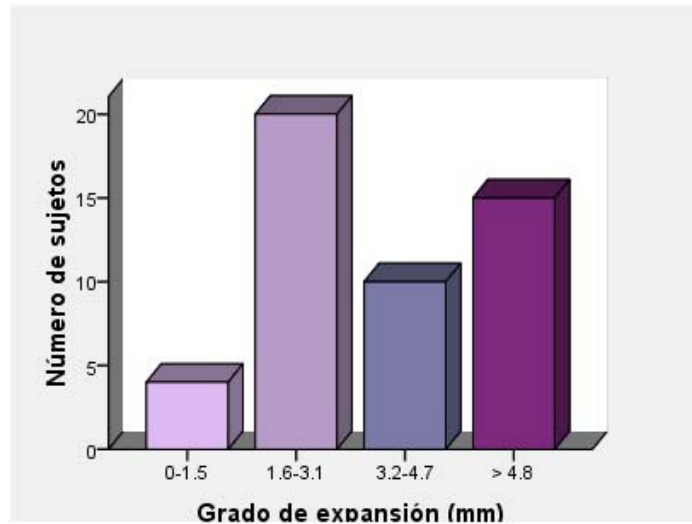
Sitio de expansión	Grado de expansión 1		Grado de expansión 2		Grado de expansión 3		Grado de expansión 4		Total	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
DICS	16	(32.7)	15	(30.6)	12	(24.5)	6	(12.2)	49	(100)
DICI	4	(8.2)	20	(40.8)	10	(20.4)	15	(30.6)	49	(100)
DIPS	10	(20.4)	13	(26.5)	19	(38.8)	7	(14.3)	49	(100)
DIPI	5	(10.2)	21	(42.9)	17	(34.7)	6	(12.2)	49	(100)
DIMS	17	(34.7)	25	(51.0)	6	(12.2)	1	(2)	49	(100)
DIMI	20	(40.8)	15	(30.6)	13	(26.5)	1	(2)	49	(100)

**Cuadro 4.9. Cambios en el tamaño transversal de las arcadas dentarias. Mediante una prueba de t pareada se mostró una diferencia entre los promedios de las distancias interdentarias medidas. (DICS= Distancia intercanina superior, DICI= Distancia intercanina inferior, DIPS= Distancia interpremolar superior, DIPI= Distancia interpremolar inferior DIMS= Distancia intermolar superior, DIMI= Distancia intermolar inferior.)**

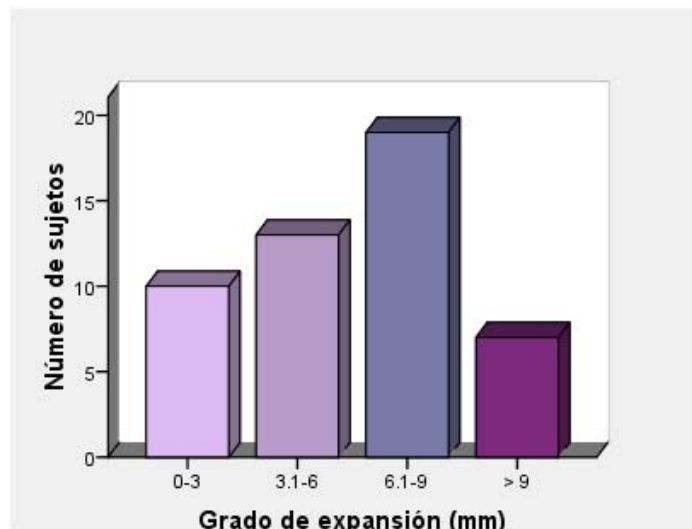
<b>Distancias Transversales</b>	<b>Pre-tratamiento Promedio± DE (mm)</b>	<b>Pos-tratamiento Promedio ± DE (mm)</b>	<b>Diferencia (mm)</b>	<b>Valor de p</b>
<b>DICS</b>	35.73 ± 2.6	39.42 ± 2.8	3.68	<0.0001
<b>DICI</b>	27.69 ± 2.4	31.78 ± 2.6	4.09	<0.0001
<b>DIPS</b>	39.12 ± 3.6	45.30 ± 3.3	6.18	<0.0001
<b>DIPI</b>	35.30 ± 3.3	41.55 ± 3.4	6.25	<0.0001
<b>DIMS</b>	47.53 ± 3.9	51.21 ± 4.2	3.68	<0.0001
<b>DIMI</b>	42.68 ± 3.3	46.63 ± 3.7	3.95	<0.0001



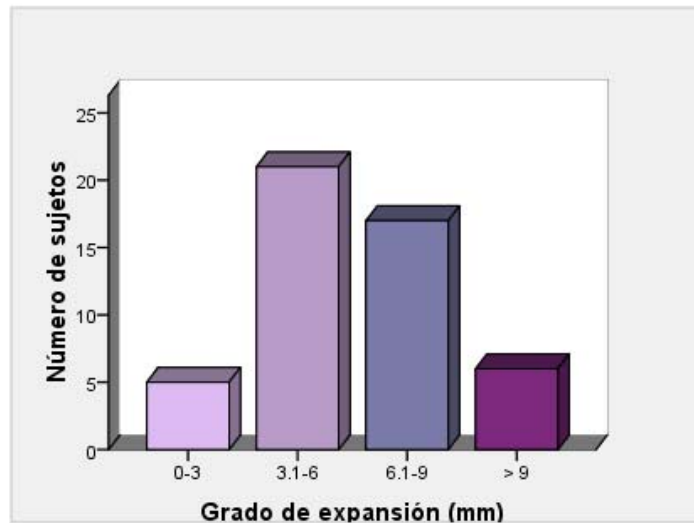
**Figura 4.6. Distribución del grado de expansión a nivel de caninos superiores. En el 32.7% de lo sujetos, el grado de expansión a nivel de los caninos superiores fue menor de 2.0mm. El 30.6% logró expansión de 2.1 a 4.0 mm**



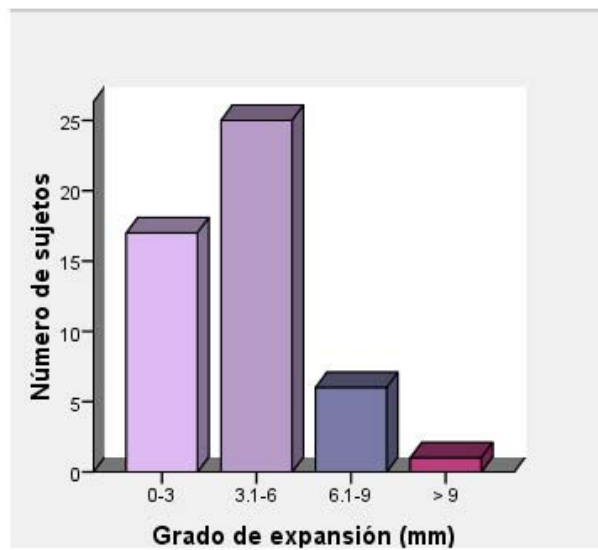
**Figura 4.7. Distribución del grado de expansión a nivel de caninos inferiores. El grado de expansión a nivel de caninos inferiores fue de 1.6 a 3.1 mm en el 40.8% de los sujetos. Sin embargo, el 30.6%, obtuvieron expansión mayor de 4.8 mm.**



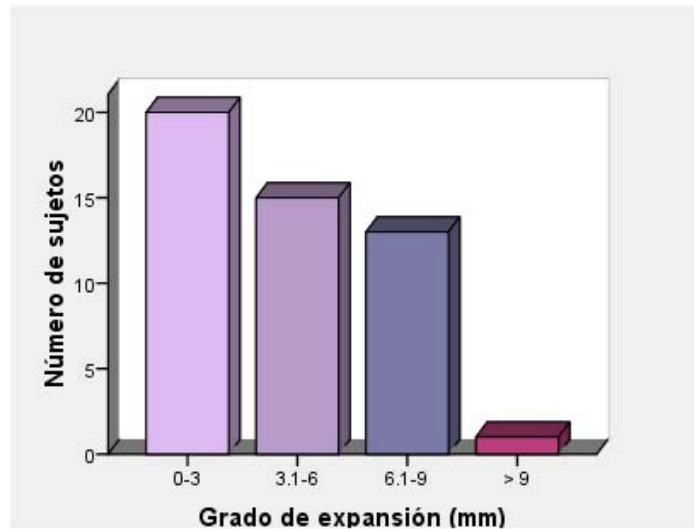
**Figura 4.8. Distribución del grado de expansión a nivel de los premolares superiores. El 53.1% de los sujetos tratados, alcanzaron un grado de expansión mayor a los 6.1 mm.**



**Figura 4.9.** Distribución a nivel del grado de expansión a nivel de premolares inferiores. La expansión lograda en el 42.9% de los sujetos fue de 3.1 a 6.0mm. En el 34.7% se consiguió una expansión de 6.1 a 9.0mm.



**Figura 4.10.** Distribución del grado de expansión a nivel de los molares superiores. En el 51% de los sujetos se obtuvo un grado de expansión en ésta área, de 3.1 a 6.0 mm.



**Figura 4.11. Distribución del grado de expansión a nivel de molares inferiores. El 59.2 % de los sujetos presentaron un grado de expansión mayor de 3.0 mm a nivel de molares inferiores.**

En el análisis de covarianza, la capacidad de respuesta tisular (covariable), fue significativa ( $p=0.001$ ); pero no hubo significancia en los tres grupos de rotación de crecimiento condilar (Cuadros 4.10 y 4.11).

Por otro lado, en la totalidad de los sujetos, se logró un tratamiento eficaz, puesto que se cumplieron los objetivos del tratamiento.



**Cuadro 4.10.- Análisis de covarianza para la capacidad de respuesta tisular. Se puede observar que en análisis de covarianza, la capacidad de respuesta tisular es significativo ( $p < 0.05$ )**

<b>Parámetros Estimados</b>						
Variable Dependiente: Expansión						
Parámetro	B	Std. Error	t	Sig.	95% Intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Intersección	1.61	0.535	3.012	0.004	0.534	2.68
Capacidad de respuesta tisular	0.407	0.110	3.705	0.001	0.186	0.628
[Rotación condilar posterior	-0.524	0.385	-1.361	0.180	-1.30	0.250
[Rotación condilar neutra	-0.573	0.291	-1.969	0.055	-1.16	0.013
[Rotación condilar anterior	0 <sup>a</sup>	.	.	.	.	.

a. Al parámetro se le ha asignado el valor cero porque es redundante.

**Cuadro 4.11.- Análisis de covarianza para los diferentes tipos de rotación condilar. El tipo de rotación condilar no presentó diferencia significativa, obsérvese que los límites del intervalo de confianza se sobreponen.**

<b>Rotación condilar</b>				
Variable Dependiente: Expansión				
Rotación de crecimiento condilar	Promedio	Std. Error	95% Intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
Posterior	2.381 <sup>a</sup>	0.208	1.95	2.80
Neutra	2.333 <sup>a</sup>	0.179	2.00	2.70
Anterior	2.905 <sup>a</sup>	0.265	2.40	3.40

a. Las covariables que aparecen en el modelo son evaluadas con los siguientes valores:  
Categoría = 3.1837

## V. DISCUSIÓN

Las fuerzas mecánicas del esqueleto son esenciales para su desarrollo y crecimiento, así como para su mantenimiento (Turner et al., 2006). El hueso es constantemente renovado durante toda la vida por el proceso de remodelación, adaptándose a su comportamiento mecánico y reparación de daños durante la vida (Dunlop et al., 2009). Estudios basados en modelos animales, han encontrado que la ausencia o alteración de las fuerzas mecánicas, son factor etiológico que originan falta de desarrollo en los huesos así como presencia de importantes desordenes articulares (Chen et al., 2009). La justificación de los tratamientos ortodónticos y ortopédicos, se basan principalmente en la falta de desarrollo de los maxilares, que origina la falta de espacio para alojar correctamente las piezas dentarias trayendo como consecuencia el apiñamiento dentario (Terán, Bautista y Milián, 2004).

Las filosofías ortodónticas a través de los años oscilan entre un abordaje estrictamente de no extracción y un abordaje que pedía la extracción de dientes en la mayor parte de los casos (McDougall, McNamara y Dierkes, 1985). Estamos de acuerdo con Planas en no concordar con profesionales basados en la genética como explicación tradicional de la falta de espacio para todos los dientes; por un lado, fundamentándose en que el tamaño de la maxila es hereditario es decir “inmutable” y por otro lado, que los individuos heredan los dientes grandes de un progenitor y los huesos pequeños del otro (Planas, 1994). Esta comprobado que las cargas mecánicas proporcionan fuerza ósea induciendo la formación de hueso en las zonas de mayor tensión (Turner et al., 2009). Desde este punto de vista conceptual, en este trabajo se prefirió estimular el crecimiento del hueso para albergar los dientes. Existen algunos trabajos realizados con esta finalidad, la mayoría de ellos en pacientes durante el desarrollo, Phatouros y Goonewardene, 2008; Vargo et al., 2007; Lima y De Oliveira, 2008; Lambot et al, 2008; sin embargo muy pocos trabajos se han realizado en pacientes adultos (Machado y Crespo, 2006), de ahí la importancia que tiene este estudio realizado en sujetos adultos, pues clínicamente se puede cotejar que el crecimiento del hueso alveolar es posible en sujetos que ya han pasado por las etapas de desarrollo.

Trabajos anteriores se han realizado para dar a conocer que la rotación de crecimiento condilar anterior o posterior corresponde al relativo acortamiento o alargamiento mandibular de la oclusión relevante de la longitud mandibular (Lavergne y Gasson, 1982).

Con el fin de correlacionar las diferentes variables con el grado de expansión, se determinó el tipo de rotación de crecimiento condilar en los sujetos de este estudio y su relación con el grado de expansión dentoalveolar. Se identificó que el 40.8% de los sujetos presentaron rotación condilar posterior, el 38.8 % neutra y el 20.4 % anterior. De acuerdo a los estudios realizados por Stutzmann y Petrovic 1985, altas tasas de formación ósea parecen coincidir con una rotación de crecimiento condilar anterior y, una baja tasa de formación ósea alveolar con una rotación de crecimiento posterior. Nuestro estudio coincide con lo anterior, pues mostró una correlación positiva entre la rotación de crecimiento condilar anterior y un mayor grado de expansión principalmente en caninos y premolares  $p < 0.0001$  (Figura 4.2). Cabe hacer notar, que el mayor porcentaje de sujetos de este estudio tienen rotación de crecimiento condilar posterior ( $n=20$ ), razón por la que se esperaría un resultado pobre de crecimiento transversal dentoalveolar, sin embargo, se obtuvo en estos sujetos un promedio de expansión a nivel de premolares de 5.2 mm y 4.7 mm para superior e inferior respectivamente, lo cual, se considera muy buen resultado, ya que en otros estudios donde no se consideró el tipo de rotación de crecimiento condilar, muestran un grado de expansión inclusive menor a nivel de premolares superiores con promedio de 3.4 mm (Basarelli, Dalstra y Melson, 2005; Lambot et al., 2008). Por otro lado, los sujetos con rotación de crecimiento condilar anterior ( $n=10$ ) lograron un promedio de expansión de 9.3mm en la región de premolares superiores y de 8.9 mm a nivel de inferiores; esto es, un grado de expansión mayor al conseguido por Günbay et al., en 2008, para lo que utilizaron un distractor transpalatal en el cual reportaron un promedio de expansión a nivel de premolares superiores de 7.01 mm. En otro estudio realizado por Ramieri et al., 2008, también con osteodistractores colocados en el maxilar superior en 18 sujetos adultos, mostraron un promedio de expansión de 6.1 mm a nivel de premolares superiores, lo cual coincide con nuestro trabajo en donde, considerando la muestra completa ( $n=49$ ) mostró un promedio de expansión de 6.1 mm a nivel de premolares superiores y 6.2 mm en inferiores. Con lo anterior, podemos decir que la expansión obtenida con aparatos ortopédicos funcionales en

las diferentes áreas medidas, tienen promedios parecidos aquellos obtenidos con otras técnicas, sin embargo los tratamientos ortopédicos funcionales son mucho menos invasivos y los resultados clínicos son satisfactorios desde que cumplen con los objetivos del tratamiento.

En cuanto a la capacidad de respuesta tisular conocida a través de la categoría de crecimiento, estudios publicados por Petrovic, Stutzmann y Lavergne en 1988, realizados en rata y posteriormente en el hombre, encontraron que al pasar de la categoría de crecimiento 1 a la categoría 6, la velocidad de renovación del hueso alveolar durante el desarrollo era mayor. En base a esta serie de estudios, dichos autores concluyen que es más fácil estimular el crecimiento en individuos con una categoría de crecimiento mayor. Apoyados en lo anterior, en nuestro estudio pudimos constatar por un lado, que cuanto más alta es la categoría de crecimiento mayor es el grado de expansión dentoalveolar con el uso del aparato ortopédico funcional tipo Planas y por otro lado, que esto ocurre no solo en los niños, sino también en los adultos. Además observamos que el grado de expansión se comporta de forma semejante si se equiparan las categorías, (1 y 2, 3 y 4, 5 y 6) ya que el promedio de expansión a nivel de premolares inferiores en la categoría 1 es de 4 mm, en la 2, es de 4.75 mm mientras que en la categoría 3 es 6.2 mm y en la 4 es de 6.3 mm. Aún cuando ningún sujeto presentó categoría 6, la categoría 5 mostró un grado de expansión muy superior a las categorías 3 y 4 con un promedio de 9.5 mm. (Cuadro 4.3). Estas observaciones hechas en sujetos adultos confirman lo publicado por Petrovic y Stutzmann en 2004b: cuanto más alta sea la categoría auxológica, mayores son los valores de formación y reabsorción ósea alveolar.

Los sujetos de nuestra muestra con mayor capacidad de respuesta tisular (categoría 5) mostraron una correlación positiva ( $p < 0.0001$ ) con el mayor grado de expansión principalmente a nivel de caninos y premolares. Estos resultados muestran que también en el adulto, cuanto más alta es la categoría de crecimiento, mayor es la renovación del hueso alveolar como fue demostrado por Petrovic, Stutzmann y Lavergne en 1988; en sujetos durante el desarrollo (Petrovic y Stutzmann, 2000) (Figura 4.3).

En 1988, Petrovic et al., concluyen de los resultados de una investigación clínica realizada en pacientes de 9 a 12 años de edad que el aparato ortopédico funcional, puede modular el crecimiento y la longitud mandibular, especialmente si el paciente presenta una categoría de crecimiento número 5.

Es interesante resaltar como aportación original de nuestro estudio que los sujetos adultos de nuestra población con rotación de crecimiento condilar posterior, pero con una capacidad de respuesta tisular mayor (categoría de crecimiento más alta), alcanzaron mayor grado de expansión comparados con los sujetos de rotación de crecimiento condilar posterior y con menor capacidad de respuesta tisular. El grado de expansión obtenido, fue muy semejante a los que presentaron rotación de crecimiento condilar neutra o anterior.

Como demuestra el análisis de covarianza, existe un efecto de la capacidad de respuesta tisular (categoría de crecimiento) con el grado de expansión. Sin embargo, no existió efecto significativo por parte de la rotación de crecimiento condilar. Se puede suponer que el tamaño de muestra, no permitió detectar el valor de la diferencia que se podría esperar en los sujetos con rotación de crecimiento condilar anterior (Cuadros 4.10 y 4.11).

Se han llevado a cabo estudios con el propósito de crear cambios transversales en las arcadas dentarias con diferentes técnicas, ya sea ortodónticas (Rungcharassaeng et al., 2007), ortopédicas (Gibbs y Hunt, 1992) o quirúrgicas (Günbay et al., 2008), sin embargo, pocos han considerado lo que ocurre con la posición de los incisivos, debido a que utilizan la expansión con fines correctivos en mordidas cruzadas posteriores. Cuando existe apiñamiento dentario, muchos de los tratamientos se realizan efectuando extracciones de premolares para liberar el apiñamiento dentario y además corregir la proclinación incisiva. Es importante resaltar, que la terapéutica utilizada en este estudio no incluyó ningún tipo de extracción dentaria, aún cuando los sujetos son adultos. De los 49 sujetos de esta muestra, la mayoría presentó proclinación incisiva n=31 en superior y n=40 en inferior; con retroclinación superior n=12 e inferior n=4; y con ortoclinación n=6 superior y n=5 en inferior. Todos los sujetos que al inicio del tratamiento presentaban proclinación finalizaron con ortoclinación, los que presentaban retroclinación terminaron con ortoclinación, y los que al inicio presentaron la inclinación correcta, la mantuvieron. Esta es una ventaja que

encontramos en el tipo de terapéutica utilizada, ya que cuenta con elementos de anclaje propios así como aditamentos específicos para corregir la retroclinación incisiva como son las ansas de tensión corta o medios resortes frontales para inferior y resortes frontales para superior. Por otro lado el arco vestibular para superior y el arco de hawley para inferior son componentes esenciales para corregir la proclinación incisiva (Simões, 2004). En otras palabras, todos los sujetos lograron satisfactorio grado expansión transversal para aliviar el apiñamiento dentario y además corrigieron la inclinación dentoalveolar de los incisivos. Esto no ocurrió en el estudio que realizaron Chung y Font en 2004, en el que realizaron expansión palatal rápida en 20 niños con un promedio de edad de 11.7 años en el que reportaron un incremento en la anchura intercanina e interpremolar, pero no encontraron cambios significativos en la inclinación de los incisivos. Pandis, Polychronopoulou y Eliades en 2007, realizaron un estudio en el cual efectuaron tratamiento ortodóntico sin extracciones a 50 sujetos divididos en 2 grupos. Un grupo recibió tratamiento con brackets Damon 2 y el otro con brackets edgewise convencionales. El grupo con brackets Damon 2 tuvo mejores resultados en cuanto al incremento de la distancia transversal a nivel de molares que el grupo tratado con edgewise, sin embargo, los dos grupos mostraron alineamiento dentario que indujo a la proclinación dentoalveolar de los incisivos mandibulares. Lo mismo ocurrió en 26 sujetos con apiñamiento tratados con ortodoncia sin extracciones en donde a la mitad del grupo les colocaron brackets Damond 3 y a la otra parte brackets convencionales. Sus resultados mostraron incremento en la anchura transversal de la arcada dentaria pero también aumentó la inclinación de los incisivos (Jiang y Fu, 2008). Por otro lado, Scott et al., en 2008, en un estudio semejante a los anteriores, en donde también utilizan brackets Damond 3 comparados con los convencionales, concluyeron que no hay diferencia entre las técnicas en cuanto a la eficacia del alineamiento dentario y que éste estuvo asociado con el incremento transversal a nivel de caninos sin embargo, también hubo proclinación de los incisivos.

Nuestros resultados mostraron una corrección en la inclinación de los incisivos, así como un aumento en el tamaño transversal del hueso alveolar. Se pensaría que a mayor expansión menor inclinación, es decir, que el ángulo de inclinación de los incisivos disminuiría en base al grado de expansión. Sin embargo, en la arcada inferior, sólo a nivel de caninos y

premolares existe una correlación negativa con la inclinación incisiva. Esto significa que en la arcada inferior a mayor expansión de caninos y premolares inferiores, menor inclinación de los incisivos. Esto no ocurrió en la arcada superior, pues únicamente a nivel de premolares se presentó dicha correlación ( $p > 0.05$ ). Pensamos que esto ocurrió por un lado, debido a que muchos de los sujetos presentaban los caninos superiores vestibularizados en posición ectópica; y por otro lado, que a nivel de molares superiores e inferiores, es mucho menor el grado de atrofia y por lo tanto menor el grado de expansión requerido.

Otra de las observaciones que podemos constatar con este estudio, es el aumento en el tamaño transversal del hueso alveolar en sujetos adultos. Este cambio fue producido por la expansión obtenida gracias al estímulo provocado por la presencia del aparato ortopédico “Planas”. Dicho aparato libera los movimientos funcionales de la mandíbula dando respuestas de desarrollo (Simões, Petrovic y Stutzmann, 1992; Simões, 2004), ya que las fuerzas dinámicas, afectan la masa ósea, siendo estas un factor controlador en la densidad del hueso (Skerry, 2000). Los procesos de modelación y remodelación, son inducidos por cargas mecánicas, predominantemente fuerzas musculares (de Baat, Heijboer y de Baat, 2005). Se sabe que, cuando el hueso es sometido a cargas, modifica su fuerza, densidad y forma; dando como respuesta formación de nuevo hueso nuevo (Buckwalter y Cooper, 1987). Este proceso de sustitución de hueso en el adulto se conoce como remodelación (Parfitt, 1994).

Por otro lado, debido a que el aparato es retirado de la boca para la alimentación, permite el estímulo de la aprehensión y masticación, pues durante estas funciones, existe una suma de fuerzas aplicadas localmente (Hatcher et al., 1997) que son transmitidas a través de las suturas por medio de fibras colágenas y fluido de la matriz extracelular, el cual, puede ser casi estático o intermitente como en la masticación (Herring, 2008).

Peptan et al., 2007, sugieren que la alta frecuencia de fuerzas cíclicas, ya sea de tensión o compresión inducen a la modelación y cambios de crecimiento en las suturas craneales. Las terapias ortopédicas como en el caso de los aparatos ortopédicos funcionales, pueden inducir tensión de las suturas conduciendo a la modificación del hueso como otra forma natural de crecimiento sutural. (Mao, Wang y Kopher, 2003)

El uso del aparato ortopédico funcional produjo expansión a nivel de toda la arcada, al igual que los resultados mostrados por McDougall, McNamara y Dierkes en 1985, en el cual, utilizaron aparato de Fränkel para conseguir la expansión, sin embargo, ellos encontraron que la expansión fue mayor a nivel de premolares y molares, mientras que el presente estudio, mostró un grado de mayor expansión a nivel de caninos y premolares; esto debido posiblemente al tipo de aparato utilizado, y a que las bases operacionales son diferentes.

Diversos autores reportan diferentes grados de expansión conseguidos con una variedad de aparatos y técnicas. En un estudio realizado por Byloft y Mossaz en 2004 en el que emplearon expansión rápida quirúrgica en 14 sujetos con mordida cruzada posterior bilateral, mostraron resultados de expansión del maxilar a nivel de primeros molares de 8.7 mm. Esta medida fue muy superior a lo encontrado en nuestro trabajo, pues la zona de molares fue donde hubo el menor grado de expansión en todos los sujetos. El promedio alcanzado en nuestro trabajo fue de 3.6 mm a nivel de molares superiores y de 3.9 mm en inferiores. Se considera que esto pudo haber ocurrido porque:

- Deficiencia transversal: En los sujetos de nuestro estudio, encontramos que la región de molares fue la menos afectada en sentido transversal, por tal razón, no fue imperioso estimular más allá de lo necesario.
- Mordida cruzada bilateral: Ninguno de los sujetos tuvo mordida cruzada posterior bilateral, razón por la cual, no necesitábamos conseguir tanta expansión en esa región.
- Tipo de terapia utilizada: El aparato utilizado en nuestro estudio es de tipo ortopédico funcional, en el cual se utiliza expansión lenta, mediante fuerzas suaves e intermitentes. Sin embargo, con la terapéutica que nosotros empleamos se ha encontrado expansión a nivel de molares superiores hasta de 11 mm (Planas, 1992).

Otros estudios realizados con expansión rápida y quirúrgica, muestran resultados semejantes a los nuestros, como los presentados por Sokucu et al., en 2009, en el cual, todos los sujetos presentaban deficiencia transversal con mordida cruzada posterior bilateral. Ellos realizaron expansión a 27 sujetos divididos en dos grupos, a uno lo trataron con expansión rápida quirúrgica (n=13) y al otro grupo (n=14) con expansión rápida. Sus



resultados reportan expansión de 2.83 mm con expansión rápida y 3.1mm con expansión rápida quirúrgica.

Por otro lado, los resultados reportados por Basarelli, Dalstra y Melson en 2005, coinciden con nuestro trabajo en cuanto a que fue realizado en sujetos adultos y que el grado de expansión fue mayor a nivel de premolares que molares. Sin embargo, el promedio de expansión que ellos reportaron (de 2.4 a 3.4 mm) fue menor al nuestro (Cuadro 4.12).

Otra observación que consideramos muy importante en nuestro estudio, fue la expansión conseguida en la región de caninos superiores e inferiores. Nuestros resultados muestran un incremento en el promedio en la distancia transversal intercanina en la arcada superior de 3.68 mm e inferior de 4.09 mm. Únicamente encontramos dos trabajos que realizaron expansión con el mismo tipo de aparatología funcional que utilizamos nosotros en el presente estudio. En estos trabajos Chateau y Planas, 1995; Planas, 1992, reportan también un incremento en la anchura intercanina superior e inferior en 40 sujetos con aparatos ortopédicos “Planas”. Algunos trabajos que reportan incremento en la distancia intercanina, coinciden en haberlo realizado mediante expansión quirúrgica a nivel maxilar ( Ramieri et al., 2008; o en dentición primaria (Mutinelli et al., 2008) y/o no reportan expansión a nivel de caninos (Huynh et al., 2009; Sokucu et al., 2009; Por otro lado, cuando es conseguida la expansión a nivel de caninos, con ortodoncia, reportan un aumento en la inclinación de los incisivos (Pandis, Polychoronopoulou y Eliades, 2007). No en tanto, existen otros trabajos realizados en pacientes adultos con tratamiento de ortodoncia con y sin la utilización de expansor, en el que reportan no haber conseguido incremento transversal maxilar ni mandibular (Cao et al., 2009).

Concordamos con Varlik e Iskan, 2008, en que uno de los elementos que pudo haber causado diversidad en los resultados fue la media de edad y la etapa dental de los pacientes que se trataron. Sin embargo, no concordamos con el hecho de que pocos cambios se pueden realizar después de la dentición mixta. Consideramos que cuando el crecimiento transversal del hueso alveolar no ha sido adecuado, puede ser estimulado mediante aparatos ortopédicos funcionales, como se muestra en este estudio. Por otro lado, los resultados del tratamiento fueron efectivos en el 100% de los sujetos tratados, ya que, en la totalidad de

los participantes, se cumplieron los objetivos del tratamiento. Si bien, el tiempo de tratamiento fue un factor variable de individuo a individuo pues solo en el 30% de los sujetos, el tratamiento tuvo una duración menor de 30 meses, en el 58% la duración fue entre 31 y 36 meses y en el 12% de los sujetos los objetivos del tratamiento se cumplieron en un periodo mayor de 36 meses. Pudimos observar que los sujetos que más tiempo llevaron para corregir la oclusopatía, corresponden a aquellos con menor potencial de crecimiento.

**Cuadro 4.12. Distancia interdientaria a nivel de molares. Se muestra los cambios observados en el tamaño transversal a nivel de molares superiores de acuerdo a diferentes autores.**

<b>Autores</b>	<b>Técnica empleada</b>	<b>Promedio de expansión</b>	<b>Población y grupo de edad</b>	<b>Tipo de Oclusopatía</b>
McDougall, McNamara y Dierkes, 1985	Ortopédica funcional Fränkel	2.3mm	60 sujetos 9.5 a ± 1.2a	Deficiencia transversal
Byloft y Mossaz, 2004	Expansión rápida quirúrgica	8.7 mm	14 sujetos 18 a.	Mordida cruzada posterior Bilateral
Basarelli, Dalstra y Melson en 2005	Expansión lenta	2.4 mm	50 sujetos divididos en 2 gpos 18 a.	Deficiencia transversal
Sokucu et al, 2009	14 con expansión rápida quirúrgica 13 con expansión rápida	3.1 mm	27 sujetos divididos en 2 grupos 18.5 ± 2.3 a.	Mordida cruzada posterior
Planas S, 1992	Aparato ortopédico funcional Planas	11mm en superior 10mm en inferior	42 sujetos Durante desarrollo	Deficiencia transversal

Nosotros preferimos utilizar las técnicas ortopédicas funcionales, pues se ha comprobado que la aplicación de fuerzas intermitentes, causan menor reabsorción que las fuerzas continuas, aún cuando algunos clínicos no las consideren clínicamente prácticas, las fuerzas

intermitentes, pueden ser un método seguro para prevenir la reabsorción radicular (Ballard et al., 2009). Al mismo tiempo, la corrección con expansión palatal, sea lenta o rápida produce una estabilidad a largo plazo, pues se ha visto que hasta 10 años después del tratamiento, se ha mantenido el grado de expansión lograda (Lima y de Oliveira, 2008). Sin embargo, también se ha demostrado que la expansión lenta no provoca daños en los tejidos, Bassarelli, Dalstra y Melsen, 2005.

Por su parte Cheng et al., (2009), comprobaron que la actividad de resorción es mayor después de utilizar fuerzas pesadas, además de ser diferentes los procesos de reparación ósea utilizando fuerzas continuas pesadas o ligeras. En cuanto al dolor que provoca la aplicación de la fuerza, Ogura et al., en 2009, realizaron un estudio en el que se comparó la intensidad del dolor al aplicar fuerzas continuas pesadas o fuerzas ligeras y observaron que la fuerza leve (20cN), es suficiente para lograr mover un diente y que la intensidad del dolor es significativamente mayor cuando se aplican fuerzas continuas pesadas. Pensamos que esto es una ventaja de los aparatos ortopédicos funcionales, ya que éstos utilizan fuerzas ligeras e intermitentes lo cual hace que el tratamiento sea menos doloroso para los sujetos.

Consideramos que el tipo de expansión, así como el mecanismo utilizado para corregir la inclinación incisiva empleados en el tratamiento de los sujetos de nuestro estudio, dio resultados clínicos muy satisfactorios. Debido a que el estímulo producido por el aparato ortopédico empleado se basa en fuerzas ligeras fisiológicas e intermitentes, no se observaron alteraciones periodontales ni reabsorción radicular.

Uno de los conceptos más importantes de la Ortopedia en este siglo, es el entendimiento de que ciertos patrones de cargas aceleran la restauración del hueso, tejido fibroso y músculo esquelético (Buckwalter y Grodzinsky, 1999).

## CONCLUSIONES

### *Rotación de crecimiento condilar*

- 1.- La rotación de crecimiento condilar más frecuente en nuestro estudio, fue la posterior.
- 2.- Existe una correlación positiva ( $p < 0.05$ ) entre la rotación de crecimiento condilar anterior y el mayor grado de expansión.
- 3.- No obstante, la rotación de crecimiento condilar posterior mostró tener menor grado de expansión, alcanzó un promedio de expansión favorable.

### *Capacidad de respuesta tisular*

- 1.- Los sujetos con menor capacidad de respuesta tisular (categoría 2), fueron los de mayor frecuencia en esta muestra.
- 2.- La capacidad de respuesta tisular, mostró una correlación positiva con el grado de expansión  $p < 0.0001$ .
- 3.- Un paciente con buena capacidad de respuesta tisular, tendrá un pronóstico favorable para corregir el apiñamiento dentario y la inclinación incisiva.

### *Inclinación Incisiva*

- 1.- La mayoría de los sujetos presentaban proclínación incisiva antes del tratamiento tanto superior como inferior. Se logró la corrección de la inclinación incisiva en todos los sujetos con el tratamiento ortopédico funcional.

2.- La inclinación incisiva mostró una correlación negativa  $p < 0.05$  con el grado de expansión a nivel de caninos y premolares inferiores, no así en la arcada superior, en la que únicamente se mostró dicha correlación a nivel de premolares.

#### *Grado de expansión*

- 1.- El uso del aparato ortopédico funcional en adultos, produjo incremento de las distancias transversales a nivel de caninos, premolares y molares.
- 2.- Aún cuando el sujeto adulto presente rotación de crecimiento condilar posterior, pero una elevada capacidad de respuesta tisular, imperará esta última trayendo un grado de expansión satisfactorio.

Por otro lado, podemos completar que en sujetos adultos de 25 a 35 años de edad con apiñamiento dentario y proclivación incisiva, las técnicas ortopédicas funcionales (Planas) traen resultados satisfactorios corrigiendo el apiñamiento e inclinación incisiva sin la necesidad de extracciones dentarias. Esto ocurrió en el 100% de los sujetos tratados.

## LITERATURA CITADA

- Almeida AR. 2004. La cefalometría de Bimler en las versiones completa y compacta con el código de colores. En: Simões WA (ED) Ortopedia Funcional de los Maxilares 2a ed. Artes Médicas. São Paulo, Brasil. 379-467.
- Alonso AA, Albertini JS, Bechelli AH. 2003. Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral. Ed. Panamericana. Argentina. 171-268.
- Angle EH. 1899. Classification of the malocclusion. Dental Cosmos; 41:248-264 Apud: Ugalde FJ, Revista ADM 2007; LXIV(3)97-109.
- Arzate, G. 1997. Crecimiento y desarrollo craneofacial. En: Villavicencio, L., Fernández, V., Magaña, V. Ortopedia dentofacial: una visión multidisciplinaria, 1ª. Ed. Colombia: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana; 19-46.
- Ash, MM, Nelson SJ. 2004. Anatomía, Fisiología y Oclusión Dental. Madrid, España. Elsevier 8ª. Ed.458-458.
- Ayala C, Mickle U, y Valverde R. 2009. Expansión palatina rápida.  
<http://clineaortodontica.com/blog/2009/12/18/expansionpalatina-rapida/>.
- Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. 2009. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. Am J Orthod Dentofacial Oerthop. 136(1):8-9.
- Basarelli T, Dalstra M, Melson B. 2005. Changes in clinical crown height as a result of transverse expansion of the maxilla in adults. Eur J Orthod 27(2):121-8.
- Biloft FK y Mossaz CF. 2004. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. European J of Orthodontics 26(4):403-9.
- Brandi ML. 2009. Microarchitecture, the key to bone quality. Rheumatology 48(4):3-8.
- Brown T. 1985. Desenvolvimento e função oclusal nos aborígenes australianos. En: Simões WA. Ortopedia funcional dos maxilares. 1ª. Ed. São Paulo: Santos. 1-67.
- Buckwalter JA y Cooper RR. 1987. Bone structure and function. Instr Course Lect. 36:27-48.
- Buckwalter JA y Grodzinsky AJ. 1999. Loading of healing bone, fibrous tissue, and muscle: implications for orthopaedic practice. J Am Acad Orthop Surg. 7(5):291-9.

- Butler PM. 1963. Tooth morphology and primate evolution. En: Brothwell DR. Dental anthropology. Pergamon Press.Oxford. 1-13.
- Canut B. 1992. Ortodoncia Clínica.1ª ed. Ed. Salvat. México. 99-103.
- Cao Y, Zhou Y, Song Y, Vanarsdall RL Jr. 2009. Cephalometric study of slow maxillary expansion in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 136(3):348-54.
- Chateau M, Planas CS. 1995. Orthodontic goniometry: a control technique after P. Planas transversal expansion method: neuro-occlusal rehabilitation: Part 3. J Clin Pediatr Dent 19(3):179-9.
- Chen J, Sorensen KP, Gupta T, Kilts T, Young M, Wadhwa S. 2009. Altered functional loading causes differential effects in the subchondral bone and condylar cartilage in the temporomandibular joint from young mice. Osteoarthritis Cartilage. 3:354-61.
- Cheng LL, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA.2009. Physical properties of root cementum: Part 13. Repair of root resorption 4 and 8 weeks after the application of continuous light and heavy forces for 4 weeks: a microcomputed-tomography study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 136(3):320.e1-10; discussion 320-1.
- Christer E, Kiliarides S, Thilander B. 1985. Facial suture synostosis related to altered craneofacial bone remodeling induced by biomechanical forces and metabolic factors. En: Dixon A, Sarnat B, Normal and abnormal bone growth basic and clinical reserch. Alan R. Liss New York. 379-391.
- Chung CH y Font B. 2004. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 126(5):569-75.
- De Baat P, Heijboer MP, de Baat C. 2005. Development, physiology, and cell activity of bone. Ned Tijdschr Tandheelkd; 112:258-63.
- Di Santi MJ y Vázquez VB. 2003. Maloclusión clase I: Definición, Clasificación, Características Clínicas y Tratamiento. Rev Lat Ortodoncia y Odontopediatría. Depósito legal No: pp200102CS997 – ISSN: 1317-5823- RIF: J-31033493-5- Caracas-Venezuela.
- Dunlop JW, Hartmann MA,mBréchet YJ, Fratzl P, Weinkamer R. 2009. New Suggestions for the Mechanical Control of Bone Remodeling. Calcif Tissue 85: 1: 45-54.
- Durán J. 2010. Las doce llaves de la oclusión. <http://www.revistavisiondental.net/index.htm>
- Enlow D. 1982. Handbook of facial growth. 2a. Ed. Saunders. Philadelphia. 419-30.
- Fonseca BF, Gutierrez MG, y Ortiz AA. 2007 Expansión maxilar con tornillo Hyrax modificado. Med Oral IX(1):25-28.

- Garant PR. 2003. Oral cells and tissues. Quintessence. Canada. 280-2.
- Gibbs SL y Hunt NP. 1992. Functional appliances and arch width. *Br J Orthod* 19(2):117-25.
- Glazer K, Silva E, Marcenes W. 2002. Diferenças entre autopercepção e criterios normativos na identificação das oclusopatías. *Rev Saúde Pública* 36:230-6.
- González LJ, Huerta-Madrid JA, Raspall MG. 2002. Expansión rápida de paladar asistida quirúrgicamente. *RCOE* 7(6):617-25.
- Graber TM. 1974. Ortodoncia. Teoría y práctica. 3ª ed. Ed. Interamericana, México.
- Graber TM. 1985. Epilogue: The state of the art and science for the mid- 80s, 85. *Physiologic Principles of Functional Appliances*. Mosby. St. Louis, Toronto. 136-138.
- Graber TM. 1998a. Análisis Funcional. En: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. *Ortopedia dentofacial con aparatos funcionales 2ª*. Ed. Harcourt Brace. España. 127-162.
- Graber TM. 1998b. Aparatos extraorales y funcionales combinados. En: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. *Ortopedia dentofacial con aparatos funcionales 2ª*. Ed. Harcourt Brace. España. 387-424.
- Griffin J y Ojeda S. 1996. Organization of the Endocrine System. En: Griffin J y Ojeda S. (Eds) *Textbook of Endocrine Physiology*. 3a ed. Oxford U. New York. 3-17.
- Günbay T, Akay MC, Günbay S, Aras A, Koyunku BO, Sezer B. 2008. Traspalatal distraction using bone-borne distractor: clinical observations and dental and skeletal changes. *J Oral Maxillofac Surg*. 66(12):2503-14.
- Hannam A, Matthews B, Yemm R. 1970. Receptors involved in the response of the masseter muscle to tooth in man. *Arch Oral Biol*; 15:17-24.
- Hatcher CD, McEvoy PS, Mah TR, Faulkner MG. 1997. Distribution of local and general stresses in the stomatognathic system. In: McNeill C *Science and practice of occlusion*. Quintessence. Illinois. 259-70.
- Hayakawa T, Yoshinari M, Sakae T, Nemoto K. 2004. Calcium phosphate formation on the phosphorylated dental bonding agent in electrolyte solution. *J Oral Rehabil*. 31(1):67-73.
- Herring SW. 2008. Mechanical influences on suture development and patency. *Front Oral Biol*; 12:41-56.



- Hollinger JO, Buck DC, Bruder SP. 1999. Biology of Bone Healing: Its Impact on Clinical Therapy. En: Lynch SE, Genco RJ, Marx RE. Tissue Engineering. Quintessence. Illinois. 17-53.
- Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, Bollen AM. 2009. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, Hyrax, and quad-helix appliances: a retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 136(3):331-9.
- Jiang RP y Fu MK. 2008. Non-extraction treatment with self-ligating and conventional brackets. *Zhonghua Kou Oiang Yi Xue Za Zhi* 43(8):459-63.
- Lambot T, Van Steenberghe PR, Vanmuylder N De Maertelaer V, Glineur R. 2008. Early treatment with rapid palatal expander and 3D Quad Action mandibular appliance: evaluation of a comprehensive approach in 22 patients. *Orthod Fr.* 79(2):107-14.
- Lavergne J y Petrovic AG. 1985. Pathogenesis and treatment conceptualization of dentofacial malrelations as related to the pattern of occlusal relationship. In: Dixon A, Sarnat B (Eds.). *Normal and Abnormal Bone Growth.* Alan R. Liss, New York. 393-402.
- Lavergne J y Gasson N. 1982. Analysis and classification of the rotational growth pattern without implants. *Br J Orthod* 9:51.
- Lieberman DE. 1997. Making behavioural and phylogenetic inferences from hominid fossils: considering the developmental influence of mechanical forces. *Ann Rev Anthropol* 26:185-210.
- Lima RM y de Oliveira AC. 2008. Long-term maxillary changes in patients with skeletal Class II malocclusion treated with slow and rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 134(3):383-8.
- Machado Junior AJ, Crespo AN. 2006. Estudo cefalométrico de alterações induzidas por expansão lenta da maxila em adultos. *Rev Bras Otorrinolaringol* 72(2):166-72.
- Macías M, De Barutell A, García L, Girbés A, Selva E. 2006. Análisis de la oclusión en un grupo de estudiantes de odontología. ISSN 1135-2949. *Gaceta Dental,* 170:94-107.
- Manns A, Díaz G. 1995. Sistema estomatognático. Ximpauser. Santiago de Chile. 134.
- Mao JJ, Wang X y Kopher RA. 2003. Biomechanics of craniofacial sutures: orthopedic implications. *Angle Orthod* 73(2):128-35.
- Mata J, Zambrano F, Quirós O, Farias M, Rondón S, Lerner H. 2007. Expansión Rápida de Maxilar en Maloclusiones Transversales : Revisión Bibliográfica. *Ortodoncia.ws* edición electrónica [www.ortodoncia.ws](http://www.ortodoncia.ws).

- Mata JZ, Quirós F, Maza O, D'Jurisic P, Alcedo C, Fuenmayor D. 2009. Expansión rápida del maxilar en maloclusiones transversales: Revisión bibliográfica. *Ortodoncia*.ws edición electrónica. [www.ortodoncia.ws](http://www.ortodoncia.ws).
- Mayoral GH. 1993. Análisis de Downs. En: Águila J (ED.). *Manual de cefalometría* Ed Aguiram. España. 19-32.
- McDougall PD, McNamara JA, Dierkes JM. 1985. Arch width development in Class II patients treated with the Fränkel appliance. En: Graber TM (Ed) *Physiologic Principles of Functional Appliances*. Mosby Company. St. Louis, Toronto. 26-37.
- Meghji S. 1992. Bone remodeling. *Br Dent J* ;172:235-42.
- Méndez JA, Pérez OJ, Fors MM. 2007. Factores de riesgo y su relación con la enfermedad periodontal en el área del Policlínico “Angel A. Aballí”. *Rev Cubana Estomatol* 44 ISSN 0034-7507 versión on-line.
- Moss ML, Skalar R, Patel H, Sen K, Moss-Salentijn L, Shinozuka M, Vilmann H, 1985. Finite element method modeling of craniofacial growth. *Am J Orthod*; 87:453-72.
- Mutinelli S, Cozzani M, Manfredi M, Bee M, Siciliani G. 2008. Dental arch changes following rapis maxillary expansion. *Eur J Orthod*. 30(5):469-76.
- Nickel J, Iwasaki L, McLachland K. 1997. Effect of the physical environment on growth of the temporomandibular joint. En: McNeill C. (Ed). *Science and practice of occlusion*. Quintessence. Chicago. 115-124.
- Ojeda S, 1996. Female reproductive function. En: Griffin J y Ojeda S. (Eds.) *Text book of Endocrine Physiology*. 3a Ed Oxford U. New York. 164-200.
- Ogura M, Kamimura H, Al-Kalay A, Nagayama K, Taira K, Nagata J, Miyawaki S. 2009. Pain intensity during the first 7 days following the application of light and heavy continuous forces. *Eur J Orthod*. 31(3):314-319.
- Ortiz G. y Cárdenas M, 2005. Prevalência do tipo de oclusão em escolares de seis a onze anos, nos municípios de Querétaro y San Juan Del Rio, Querétaro-México no ano 2003. *Rev Int Ortopedia Funcional*; 1:361-9.
- Oyen OJ. 1982. Masticatory function and histogenesis of the middle and upper face in chimpanzees (pan troglodytes) En: AD Dixon, BG Sarnat (Eds.). *Factors and mechanisms influencing bone growth*. Alan R. Liss. New York. 159-68.
- Pan XG, Qian YF, Wang GM. 2006. Current clinical studies on slow palatal expansion. *Shangai Kou Qiang Yi Xue* 15(3):325-8.

- Pandis N, Polichronopoulou A, Eliades T. 2007. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 132(2):208-15.
- Parfitt AM, 1990. Pharmacology manipulation of bone remodeling and calcium homeostasis. En: Kanis AJ (Ed). *Calcium Metabolism*. Basel: Karger: 1.
- Parfitt AM, 1994. Osteonal and hemi-osteonal remodeling: the spatial and temporal framework for signal traffic in adult human bone. *J. Cell Biochem*; 55:273-86.
- Parfitt AM, 1995. Bone remodeling, normal and abnormal: a biological basis for the understanding of cancer-related bone disease and its treatment. *Can J Oncol.* Dec;5 Suppl 1:1-10.
- Parfitt AM. 1976a. The actions of parathyroid hormone on bone: relation to bone remodeling and turnover, calcium homeostasis, and metabolic bone disease. Part I of IV parts: mechanisms of calcium transfer between blood and bone and their cellular basis: morphological and kinetic approaches to bone turnover. *J Metab* 25:809-44.
- Parfitt AM, 1976b. The actions of parathyroid hormone on bone: relation to bone remodeling and turnover, calcium homeostasis, and metabolic bone disease. Part IV of IV parts: The state of the bones in uremic hyperparathyroidism-the mechanisms of skeletal resistance to PTH in renal failure and pseudohypoparathyroidism and the role of PTH in osteoporosis, osteopetrosis and osteofluorosis. *J Metab* 25:1157-88.
- Peptan AI, Lopez A, Kopher RA, Mao JJ. 2007. Responses of intramembranous bone and sutures upon in vivo cyclic tensile and compressive loading. *Bone* 42(2):432-8.
- Pereira A, Barbosa JL, Krunislave A. 2006. Amamentação, hábitos deletérios bucais funcional da oclusão. <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000385200>.
- Petrovic A. 1977. L'ajustement occlusal: son rôle dans les processus physiologiques de contrôle de la croissance du cartilage condylien. *Orthod Franç*; 48:337-90.
- Petrovic A, 1982. Postnatal Growth of bone: A perspective of Current Trends New Approaches and Innovations: En: Dixon Andrew, Sarnat Bernard (Eds.). *Factors and Mechanisms influencing Bone Growth*. Edit. Alan R. Liss, Inc. New York. 297-331.
- Petrovic A, 1986. A Cybernetic Approach to Cranio-facial Growth Control Mechanisms. *Nova acta Leopoldina NF.* 58: 27-67.
- Petrovic A, 1998. The retrodiskal Pad: Its role in the control of the mandibula growth and in TMJ pain. En: Simões W. (Ed) *TMJ Dysfunction Diferential Diagnosis and Treatment*. Edit Classica. Brasil. 29-62.

- Petrovic A y Stutzmann J. 1992. Crecimiento de la mandíbula humana y eficacia de los aparatos ortopédicos funcionales. *J.AAOFM* 59: 25-31.
- Petrovic A y Stutzmann J. 1981. A cybernetic view of facial growth mechanisms. En: Kehrer B, Slongo T, Graf B, Bettex M (Eds): *Long Term Treatment in Cleft Lip and Palate*. Huber H, Bern Stuttgart, Vienna 340.
- Petrovic AG y Stutzmann J, 2004a. *Ortopedia dentofacial con aparatos funcionales 2ª*. Ed. Harcourt Brace. España. 471-490.
- Petrovic AG, Stutzmann J, Lavergne J, Shaye R. 1988. Is it possible to modulate the growth of the human mandible with a functional appliance?. *Bilten UOJ XXI*. 15-20.
- Petrovic AG, Stutzmann J, Lavergne. 1985. Effect of functional appliances on the mandibular condylar cartilage: En *Physiologic Principles of Functional Appliances*, Graber MT (Ed) Mosby Company, Toronto. 38-52.
- Petrovic AG, Stutzmann J, Lavergne. 1990. Mechanisms of craniofacial growth and modus operandi of functional appliances: a cel-level and cybernetic approach to orthodontic decision making. En: *Craniofacial Growth Series, Monograph 23*, Center for Human Growth and Development, U of Michigan, Ann Arbor, Mich. 13-73.
- Petrovic AG, Stutzmann J, Oudet C, 1982. Orthopedic appliances modulate the bone formation in the mandible as a whole. *Swed Dent J Suppl*;15:197-201.
- Petrovic AG y Stutzmann J. 1987. Crecimiento de la mandíbula humana y eficacia de los aparatos ortopédicos funcionales: causas biológicas de la variabilidad interindividual. *Revista Asociación Argentina Ortopedia Funcional de los Maxilares*. 20: 23-41.
- Petrovic AG y Stutzmann J. 1994. Biologische Grundlagen der Kieferorthopädie. En: *Kieferorthopädie*, Schmuth G y Vardimon A. (Eds) Thieme, Germany:184-211.
- Petrovic AG y Stutzmann J. 2004b. Analise de Lavergne e Petrovic. En: *Ortopedia Funcional Dos Maxilares*, Simões WA. (Ed) Artes Médicas, São Paulo: 510-520.
- Petrovic AG y Stutzmann, J. 1998. Metodología experimental y resultados de los estudios aplicados sobre el crecimiento craneofacial. En: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG (Eds) *Ortopedia Dentofacial con aparatos Funcionales.2ª*. Ed. Harcourt Brace. España. 13-64.
- Petrovic AG y Stutzmann, J. 2000. Three short essays on some epistemological and methodological problems in orthodontic research. En: J.A McNamara (Eds). *The enigma of the vertical dimension*. Monograph 36, *Craniofacial Growth Series*, Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor. Mich. 277-286.

- Phatouros A y Goonewardene MS. 2008. Morphologic changes of the palate after rapid maxillary expansion: a 3-dimensional computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 134(1):117-24.
- Planas P. 1987. *Rehabilitación Neuro-oclusal*. 1ª. Ed. Salvat. Barcelona. 13-5.
- Planas P. 1994. *Rehabilitación Neuro-oclusal*. 2a. Ed. Salvat. Barcelona. 35-70.
- Planas S. 1992. The use of orthodontic goniometry to study apical expansion, using Pr. Planas's method: neuro-occlusal rehabilitation. *Orthod Fr.*63(2):527-35.
- Proffit WR, Fields HW Jr. y Sarver DM. 2008. *Ortodoncia Contemporánea*. Ed. Elsevier México. 560-2
- Rakosi T. 1998a. La sobremordida profunda. En: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. *Ortopedia dentofacial con aparatos funcionales* 2ª. Ed. Harcourt Brace. España. 461-470.
- Rakosi T. 1998b. Tratamiento de las maloclusiones de clase III. En: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. *Ortopedia dentofacial con aparatos funcionales* 2ª. Ed. Harcourt Brace. España. 471-490.
- Ramieri GA, Nasi A, Dell'acqua A, Verzé L. 2008. Facial soft tissue changes after transverse palatal distraction in adult patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 37(9):81.
- Roberts WE, 1988. Bone tissue interface. *J Dent Educ.* 52:804-809.
- Roberts WE, Hohlt WF, Arbuckle GR. 1998. The Supporting Structures and Dental Adaptation En: McNeill CH. (Ed). *Science and Practice of Occlusion*. Quintessence. Illinois. 79-92.
- Roberts WE. 1994. Bone physiology, metabolism and biomechanics in orthodontic practice. En: Graber TM, Vanarsdall RL Jr. (Eds) *Orthodontics (Current Principles and Techniques)*. Mosby. St Louis. 193-234.
- Rodrigues LJ, Allais MM, Maurette OP. 2007. Expansión Rápida del Maxilar Quirúrgicamente Asistida, Abordaje Unilateral. *Acta odontol.venez* 45(2):267-272.
- Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G. 2007. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132(4):428.1-8.
- Schilling TF y Thorogood PV.2000. Development and evolution of the vertebrate skull. En: Higgings P, Cohn M. *Development growth and evolution*. Academic Press. London. 58-83.

- Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. 2008. Alignment efficiency of Damond 3self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 134(4):470-8.
- .Sicher H. 1955. Anatomía oral. 2ª Ed. Ateneu. Río de Janeiro 71-97
- Simões W A. 1982. New concept of serial extraction. *J.Pedodontics*; 6:91-113.
- Simões WA, 1978. Prevenção de Oclusopatías. *Ortodontía* 11: 117-125.
- Simões WA, 2003. Crescimento e ATM, En: ATM e Dores Craniofaciais, Nascimento Roberto (Ed.) Santos, São Paulo, Brasil. 21-59.
- Simões WA, 2004. Ortopedia Funcional Dos Maxilares. 3ª. Ed. Artes Médicas. São Paulo, Brasil. 145-260.
- Simões WA. 1981. Selective grinding and Planas' direct tracks as a source of prevention. *J Pedodontics*; 5:298-314.
- Simoês WA. 1985. Ortopedia Funcional Dos Maxilares. 1a. ed. São Paulo: Santos. 32-40.
- Simões WA. 1995a. Occlusal plane: a clinical evaluation. *J. Clin Pediatr Dent*; 19:75-81.
- Simões WA. 1996. Insights into maxillary and mandibular growth for a better practice. *J Clin Ped Dent.* 21:1-7.
- Simões WA.1995b. Modulation of Occlusal Plane during puberty. *J. Clin Ped Dent.* 19: 259-268.
- Simões, WA. 1998. Analise do Compasso Articular Estructural e de Localizaçao em um Studo Longitudinal de Mordidas Abertas Esqueletais. *Revista de Ortodoncia*, 31: 59-79.
- Simões WA, Petrovic A, Stutzmann J. 1992. Modus operandi of Planas's appliance. *J Clin Pediatr Dent.*16:79-85.
- Skerry,T. 2000 Biomechanical influences on skeletal growth and development. En: O'Higgins, P y Cohn, N. Development growth and evolution. Academic Press. London. 29-39.
- Sokucu O, Kosger HH, Bicakci AA, Babacan H. 2009. Stability in Dental Changes in RME and SARME: A 2- Year Follow-up. *Angle Orthod.* 79(2):207-13.
- Stutzmann J y Petrovic A. 1970. Particularites de croissance de la suture palatine sagittale de jeune rat. *Bull. Assoc. Anat.* 148, 552-562.
- Stutzmann J. 1976. Particularités de la croissance postnatale des cartilages secondaires du squelette facial. Recherches in vivo et en culture organotypique chez le jeune rat, sur les processus

du commande et de regulation, Doctoral thesis, Strabourg, France, Université Louis-Pasteur.

- Stutzmann J y Petrovic A. 1982. Bone cell histogenesis: The skeletoblast as a stem-cell for preosteoblasts and for secondary-type prechondroblasts. En: Dixon, A.D. and Sarnat B.G.(Eds): Mechanisms influencing bone growth. Liss. New York. 29-43.
- Stutzmann J y Petrovic A.1985. A new parameter for estimating condylar growth direction. En: Graber T (Ed). Physiologic Principles of Functional Appliances.Mosby. St. Louis, Toronto.14-25.
- Stutzmann J y Petrovic A. 1998. Un nuevo parámetro para valorar la dirección de crecimiento condíleo. En: Graber T, Rakosi T, Petrovic A. (Eds): Ortopedia dentofacial con aparatos funcionales. Harcourt Brace. España. 65-74.
- Terán A, Bautista J, Milián F. 2004. Correlação morfométrica do palato de crânios infantis em diferentes etapas do desenvolvimento da oclusão. Rev Int Ortop Func. 1:128-141.
- Turner CH. 2006. Bone Strenght: current concepts. Ann N Y Acad Sci 1068:429-46.
- Turner CH, Warden SJ, Bellido T, Plotkin LI, Kumar N, Jasiuki, Danzing J, Robling AG. 2009. Mechanobiology of the skeleton. Sci Signal 68:3-5.
- Ugalde MF, 2007.Clasificación de la maloclusión en los planos anteroposterior, vertical y transversal. Rev ADM 64:97-109.
- Van der Linden.1985. Bone morphology and growth potential: A perspective of postnatal normal bone growth. En: Dixon A, Sarnat B (Eds) Normal and Abnormal Bone Growth: Basic and Clinical Research. Alan R. Liss, Inc. New York. 181-200.
- Vargervik K. 1985. Muscle Activity and Bone Formation. En: Dixon A, Sarnat B (Eds)Normal and Abnormal Bone Growth: Basic and Clinical Research. Alan R. Liss, Inc. New York. 269-279.
- Vargo J, Buschang PH, Boley JC, English JD, Beherents RG, Owen AH 3<sup>rd</sup>. 2007. Treatment effects and short-term relapse of maxillomandibular expansion during the early to mid mixed dentition. Am J Orthod Dentofacvial Orthop. 131(4):456-63.
- Varlik SK y Iscan HN, 2008. The effects of cervical headgear with an expanded inner bow in the permanent dentition. Eur J Orthod 30:4:425-30.

Wright GH. 1911. A study of the maxillary sutures. *Dent Cosmos*; 52: 633-42 apud Berents RG. Growth in the aging craniofacial skeleton. Monograph 17, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor: The University of Michigan; 23.



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

NOMBRE DEL PACIENTE \_\_\_\_\_  
NÚMERO DE AFILIACIÓN \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ AÑOS, CON DOMICILIO  
EN \_\_\_\_\_  
EN CALIDAD \_\_\_\_\_

DECLARO  
QUE EL DOCTOR \_\_\_\_\_ ME HA EXPLICADO QUE ES  
CONVENIENTE PROCEDER \_\_\_\_\_

Y QUE TODO ACTO MÉDICO, DIAGNÓSTICO O TERAPÉUTICO, SEA QUIRÚRGICO O NO QUIRÚRGICO LLEVA IMPLICITO UNA SERIE DE COMPLICACIONES MAYORES O MENORES, A VECES POTENCIALMENTE SERIAS, INCLUYENDO CIERTO RIESGO DE MORTALIDAD Y QUE PUEDEN REQUERIR TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS MÉDICOS O QUIRÚRGICOS QUE AUMENTAN SU ESTANCIA HOSPITALARIA.

DICHAS COMPLICACIONES UNAS VECES SON DERIVADAS DIRECTAMENTE DE LA PROPIA TÉCNICA, PERO OTRAS DEPENDEN DEL PROCEDIMIENTO, DEL ESTADO PREVIO DEL PACIENTE Y DE LOS TRATAMIENTOS QUE ESTAN RECIBIENDO O DE LAS POSIBLES ANOMALÍAS ANATÓMICAS Y/O DE LA UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS MÉDICOS.

ENTRE LAS COMPLICACIONES QUE PUEDEN SURGIR EN \_\_\_\_\_  
SE ENCUENTRAN \_\_\_\_\_

POR LO QUE HE COMPRENDIDO LAS EXPLICACIONES QUE SE ME HAN FACILITADO EN EL LENGUAJE CLARO Y SENCILLO Y EL MÉDICO QUE ME HA ATENDIDO ME REALIZÓ TODAS LAS OBSERVACIONES Y ACLARO TODAS LAS DUDAS QUE LE HE PLANTEADO.

TAMBIÉN COMPRENDO QUE EN CUALQUIER MOMENTO Y SIN DAR NINGUNA EXPLICACIÓN, PUEDO REVOCAR EL CONSENTIMIENTO QUE AHORA PRESTO.

POR ELLO MANIFIESTO QUE ESTOY SATISFECHO (A) CON LA INFORMACIÓN RECIBIDA Y QUE COMPRENDO EL ALCANCE DE LOS RIESGOS DEL TRATAMIENTO O PROCEDIMIENTO.

DEL MISMO MODO DESIGNO A \_\_\_\_\_

PARA QUE EXCLUSIVAMENTE EL (ELLA) RECIBA INFORMACIÓN SOBRE MI ESTADO DE SALUD, DIAGNOSTICANDO, TRATAMIENTO Y/O PRONÓSTICO.

Y EN TALES CONDICIONES.

CONSIENTO

EN QUE SE ME REALICEN LOS PROCEDIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO QUE ME FUERON EXPLICADOS Y QUE ME DOY POR ENTERADO EN MI DECLARACIÓN.

ASI COMO ME RESERVO EXPRESAMENTE EL DERECHO A REVOCAR MI CONSENTIMIENTO EN CUALQUIER MOMENTO ANTES DE QUE EL Y/O LOS PROCEDIMIENTOS OBJETO DE ESTE DOCUMENTO SEAN UNA REALIDAD.

QUERÉTARO, QRO. A \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DEL 200 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
NOMBRE DEL MÉDICO

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL FAMILIAR

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA DEL TESTIGO

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

Talla \_\_\_\_\_ Peso \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_

Diagnóstico:

Asimetría: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ causa \_\_\_\_\_

Tipo de oclusopatía: \_\_\_\_\_

Índice de modelos de estudio:

	<u>Inicial</u>	<u>Final</u>
Distancia inter-canina superior (DICS)	_____	_____
Distancia inter-canina inferior (DICI)	_____	_____
Distancia inter-premolar superior (DIPS)	_____	_____
Distancia inter-premolar inferior (DIPI)	_____	_____
Distancia inter-molar superior (DIMS)	_____	_____
Distancia inter-molar inferior (DIMI)	_____	_____
Longitud de arcada (LA)	_____	_____

## DX. DE PETROVIC

PACIENTE: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_

T1 = ML / NSL (esperado) - ML / NSL (medido)

T1 esperado = 192 - ( 2 ) (SNB med )

192 - ( 2 )( \_\_\_\_\_ )

192 - \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ T1= \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

T 1 =

T2 = NL / NSL (esperado) - NL / NSL (medido)

$\frac{ML / NSL ( med ) - 7}{2}$

\_\_\_\_\_ - 7 = \_\_\_\_\_ T2= \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

T 2 = \_\_\_\_\_

T 3 = ANB      T3 = \_\_\_\_\_

SNA	
SNB	
ANB	
ML/NSL	
NL/NSL	

DIAGNOSTICO: \_\_\_\_\_

	<b>" P "</b>	<b>" R "</b>	<b>" A "</b>
<b>ROTACION DE CRECIMIENTO</b>	POSTERIOR	NEUTRA	ANTERIOR
<b>POTENCIAL DE CRECIMIENTO</b>	2 MAND < MAX	1 AMBOS IGUALES	3 MAND > MAX
<b>RELACION SAGITAL INTERMAXILAR</b>	<b>" D "</b> DISTO-OCLUSION	<b>" N "</b> NEUTRO-OCLUSION	<b>" M "</b> MESIO-OCLUSION
<b>SENTIDO VERTICAL</b>	OB OPEN BITE	NB NEUTRO BITE	DB DEEP BITE