

DEPARTAMENT DE ESTOMATOLOGIA

DESARROLLO DE UN MÉTODO DIGITAL PARA LA  
MEDICIÓN Y PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS:  
APLICACIONES PARA DETERMINAR ALTERACIONES EN  
EL ÍNDICE DE BOLTON.

VANESSA PAREDES GALLARDO

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
Servei de Publicacions  
2009

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 5 de març de 2004 davant un tribunal format per:

- Dr. Mateo Buendía Gómez
- Dr. Juan Manuel Cobo Plana
- Dr. Juan Carlos Palma Fernández
- Dra. Inmaculada Soler Segarra
- Dr. Eliseo Plasencia Alsina

Va ser dirigida per:

Dr. José Luis Gandía Franco

Dra. Rosa Cibrián Ortiz de Anda

©Copyright: Servei de Publicacions  
Vanessa Paredes Gallardo

---

Dipòsit legal: V-4179-2010

I.S.B.N.: 978-84-370-7702-4

Edita: Universitat de València

Servei de Publicacions

C/ Arts Gràfiques, 13 baix

46010 València

Spain

Telèfon:(0034)963864115



**FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE VALENCIA**

**DEPARTAMENTOS DE ESTOMATOLOGIA,  
*UNIDAD DOCENTE DE ORTODONCIA,*  
Y FISIOLOGIA.**



**DESARROLLO DE UN MÉTODO DIGITAL PARA LA  
MEDICIÓN Y PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS:  
APLICACIONES PARA DETERMINAR ALTERACIONES  
EN EL INDICE DE BOLTON.**

**Memoria presentada por**

***VANESSA PAREDES GALLARDO***

**para optar al grado de Doctor en Odontología.**



**D. JOSÉ LUIS GANDIA FRANCO**, PROFESOR TITULAR DE ESTOMATOLOGÍA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA DE VALENCIA.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral original de Vanessa Paredes Gallardo y titulada “DESARROLLO DE UN MÉTODO DIGITAL PARA LA MEDICIÓN Y PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS: APLICACIONES PARA DETERMINAR ALTERACIONES EN EL INDICE DE BOLTON”, ha sido realizada bajo mi dirección y reúne, en mi criterio los requisitos y méritos suficientes para optar al grado de Doctor en Odontología por la Universidad de Valencia.

Valencia, 5 de Diciembre de 2003.

Prof. Dr. D. José Luis Gandia Franco  
DIRECTOR DE TESIS



**D<sup>a</sup>. ROSA M<sup>a</sup> CIBRIAN ORTIZ DE ANDA**, PROFESORA TITULAR DE BIOFÍSICA DE LA FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA DE VALENCIA.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral original de Vanessa Paredes Gallardo y titulada “DESARROLLO DE UN MÉTODO DIGITAL PARA LA MEDICIÓN Y PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS: APLICACIONES PARA DETERMINAR ALTERACIONES EN EL INDICE DE BOLTON”, ha sido realizada bajo mi dirección y reúne, en mi criterio los requisitos y méritos suficientes para optar al grado de Doctor en Odontología por la Universidad de Valencia.

Valencia, 5 de Diciembre de 2003.

Prof. Dra. D<sup>a</sup>. Rosa M<sup>a</sup> Cibrian Ortiz de Anda  
DIRECTORA DE TESIS

*Lo que con mucho trabajo se adquiere,  
más se ama.*

*Aristóteles.*

*Lo que sabemos es una gota de agua;  
lo que ignoramos el océano.*

*Isaac Newton*

*A MIS PADRES, CARLOS Y M<sup>a</sup> JOSÉ.  
A MI HERMANA, CARLA.*

*A ANTONIO, MI MARIDO.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

Quisiera expresar mi gratitud a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización del presente estudio, y muy especialmente:

Al **DR. D. JOSÉ LUIS GANDIA FRANCO**, director de Tesis, al que agradezco la oportunidad prestada para mi incorporación en el Departamento de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de Valencia tras la finalización del Master de Ortodoncia en Madrid.

Por la ilusión puesta en esta Tesis Doctoral, desde el momento que empezó a gestarse, así como toda la ayuda recibida en este trabajo que realicé bajo su dirección.  
Por proporcionarme la mayor parte de la muestra de los modelos de estudio seleccionados.

A la **DRA. D<sup>a</sup>. ROSA M<sup>a</sup> CIBRIAN ORTIZ DE ANDA**, directora de Tesis, por su valiosa amistad, enorme paciencia, por la gran ilusión puesta en este trabajo y por sus continuos ánimos en momento de flaqueza, sin cuya ayuda, este trabajo no hubiera sido posible.

Por el desarrollo técnico completo del Programa Informático presentado en esta Tesis Doctoral, así como todo el asesoramiento estadístico.

A todo los **PROFESORES DE LA UNIDAD DE BIOFÍSICA** del Departamento de Fisiología de la Universidad de Medicina de Valencia, por la ayuda prestada durante todo este largo tiempo.

Al **DR. D. ELISEO PLASENCIA ALCINA**, por todas sus valiosas ideas, consejos y aportaciones interesantes realizadas durante el transcurso de este estudio.

A la **DRA. D<sup>a</sup>. INMACULADA SOLER SEGARRA**, por proporcionarme desinteresadamente una parte de la muestra de los modelos de estudio seleccionados para esta Tesis Doctoral.

Al **DR. D. JUAN CARLOS PALMA FERNÁNDEZ**, por ofrecerme la posibilidad de formarme como Ortodoncista durante tres años en la Universidad Complutense de Madrid bajo su dirección, por todo lo que allí aprendí tanto personal como profesionalmente.

A **LOS ALUMNOS** del segundo curso del Postgrado de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia, Carlos Brusola, Jordi Gascón, Vera Paulino y Vicente Torres por su importante colaboración y ayuda en la presente Tesis Doctoral.

A **MARGARITA**, por todos los artículos así como fotocopias que me ha proporcionado siempre que las he requerido.

A **MIS AMIGAS** del alma y compañeras del Master de Ortodoncia de la UCM, Dra. Cristina Martínez Díaz y Dra. Marta Pérez Torices, por ayudarme con los artículos, escuchar mis “historias” y animarme constantemente a seguir y a terminar el trabajo.

A **TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS** que se han preocupado por mí y por mi Tesis.

A **MIS PADRES, CARLOS Y M<sup>a</sup> JOSÉ** por toda la formación, amor infinito y comprensión que me han dado y que me dan, por enseñarme “Más a ser que a tener”. Por escuchar todas mis inquietudes y por apoyarme en **TODO**.

A mi **PADRE**, el Profesor Dr. Carlos Paredes por inculcarme con su ejemplo diario, el éxito de la constancia, el orden, el trabajo y el estímulo universitario.

Por leerse pacientemente el borrador de la Tesis y por todos los consejos recibidos.

A **ANTONIO HOSTALET AUNION**, mi marido, por su inagotable paciencia, amor, comprensión y ayuda durante toda la realización de esta Tesis Doctoral.

Por todas las horas que hemos pasado juntos frente al ordenador y sin cuyo ánimo y apoyo diario y constante no habría podido conseguirlo.

## **ÍNDICE GENERAL.**

<b>I- JUSTIFICACIÓN.</b>	<b>15</b>
<b>II- INTRODUCCIÓN.</b>	<b>17</b>
<b>II.1- DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA.</b>	<b>19</b>
<b>II.2- ÍNDICES ODONTOLÓGICOS.</b>	<b>20</b>
<b>II.3- MÉTODOS DE MEDIDA: DIGITALIZACIÓN.</b>	<b>25</b>
<b>II.4- PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.</b>	<b>28</b>
<b>II.4.1- MODIFICACIONES PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.</b>	<b>29</b>
<b>II.4.2- LOCALIZACIÓN PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.</b>	<b>30</b>
II.4.2.1- CONVERGENCIA CARAS PROXIMALES HACIA CERVICAL.	30
II.4.2.2- CONVERGENCIA CARAS PROXIMALES HACIA PALATINO.	31
<b>II.5- PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS.</b>	<b>32</b>
<b>III- REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b>	<b>36</b>
<b>III.1- DIMENSIONES DENTARIAS.</b>	<b>39</b>
<b>III.1.1- TAMAÑOS DENTARIOS.</b>	<b>39</b>
III.1.1.1- VARIACIONES SEGÚN EL GRUPO DENTARIO.	39
III.1.1.2- VARIACIONES SEGÚN EL GRUPO ÉTNICO.	42
III.1.1.3- VARIACIONES SEGÚN EL SEXO.	43
III.1.1.4- VARIACIONES SEGÚN LAS GENERACIONES.	44
III.1.1.5- VARIACIONES SEGÚN LA TALLA FAMILIAR.	45
III.1.1.6- VARIACIONES SEGÚN SÍNDROMES.	45
III.1.1.7- VARIACIONES ENTRE HEMIARCADAS.	46
III.1.1.8- VARIACIONES ENTRE LA POBLACIÓN MALOCLUSIVA.	47
<b>III.1.2- TABLAS DE TAMAÑOS DENTARIOS.</b>	<b>48</b>
<b>III.1.3- PROPORCIONES DENTARIAS.</b>	<b>51</b>

<b>III.1.4- ÍNDICE DE BOLTON.</b>	<b>55</b>
<i>III.1.4.1- CÁLCULO ÍNDICES DE BOLTON.</i>	56
<i>III.1.4.2- LOCALIZACIÓN ALTERACION I. BOLTON ANTERIOR.</i>	58
<i>III.1.4.3- TABLAS I. BOLTON ANTERIOR.</i>	60
<i>III.1.4.4- LOCALIZACIÓN ALTERACION I. BOLTON TOTAL.</i>	61
<i>III.1.4.5- TABLAS I. BOLTON TOTAL.</i>	63
<i>III.1.4.6- RESULTADOS ÍNDICE DE BOLTON.</i>	65
<b>III.1.5- PROPORCION DIVINA Ó AUREA (DE ORO).</b>	<b>68</b>
<b>III.2- DIMENSIONES DE LA ARCADA DENTARIA.</b>	<b>71</b>
<b>III.2.1- ANCHURA DE LA ARCADA.</b>	<b>71</b>
<i>III.2.1.1- ANCHURA BICANINA.</i>	72
<i>III.2.1.2- ANCHURA BIMOLAR.</i>	73
<b>III.2.2- LONGITUD DE LA ARCADA.</b>	<b>75</b>
<b>III.3- CÁLCULOS.</b>	<b>78</b>
<b>III.3.1- DISCREPANCIA OSEODENTARIA.</b>	<b>78</b>
<b>III.3.2- DIFERENCIAS ARCADAS DENTARIAS.</b>	<b>79</b>
<i>III.3.2.1- DIFERENCIAS LONGITUD DE LA ARCADA.</i>	79
<i>III.3.2.2- DIFERENCIAS ANCHURA BICANINA Y BIMOLAR.</i>	79
<b>III.3.3- COCIENTE ANCHURAS ARCADAS DENTARIAS.</b>	<b>79</b>
<b>III.4- EVOLUCION EN LAS MEDICIONES DENTARIAS.</b>	<b>80</b>
<b>III.4.1- TIPOS DE INSTRUMENTOS.</b>	<b>80</b>
<b>III.4.2- EVOLUCIÓN DE LAS MEDICIONES.</b>	<b>81</b>
<b>III.5- PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS EN DENTICIÓN MIXTA.</b>	<b>90</b>
<b>III.5.1- MÉTODOS BASADOS EN ECUACIONES DE REGRESION.</b>	<b>92</b>
<b>III.5.2- MÉTODOS BASADOS EN RADIOGRAFIAS.</b>	<b>96</b>
<b>III.5.3- MÉTODOS COMBINADOS.</b>	<b>98</b>
 <b>IV- OBJETIVOS.</b>	 <b>102</b>

<b>V- MATERIAL Y MÉTODOS.</b>	<b>105</b>
<b>V.1- MATERIAL.</b>	<b>108</b>
<b>V.2- TIPOS DE DATOS DE LA MUESTRA.</b>	<b>112</b>
<b>V.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.</b>	<b>113</b>
<b>V.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.</b>	<b>113</b>
V.2.2.1- ÍNDICES DE BOLTON ANTERIOR Y TOTAL.	114
V.2.2.2- DISCREPANCIAS OSEODENTARIAS.	115
V.2.2.3- DIFERENCIAS ARCADAS DENTARIAS.	115
V.2.2.3.1- DIFERENCIAS LONGITUD DE ARCADA.	115
V.2.2.3.2- DIFERENCIAS ANCHURA BICANINA.	116
V.2.2.3.3- DIFERENCIAS ANCHURA BIMOLAR.	116
V.2.2.4- COCIENTES ANCHURAS ARCADAS DENTARIAS.	116
V.2.2.5- ASIMETRÍAS DENTARIAS.	116
<b>V.2.3- TAMAÑOS DENTARIOS PREDICHOS.</b>	<b>117</b>
<b>V.3- MÉTODOS.</b>	<b>117</b>
<b>V.3.1- MÉTODO TRADICIONAL.</b>	<b>118</b>
V.3.1.1- MEDIDAS DIRECTAS.	118
V.3.1.1.1- TAMAÑOS MESIODISTALES DE LOS DIENTES.	118
V.3.1.1.2- ANCHURAS BICANINAS.	119
V.3.1.1.3- ANCHURAS BIMOLARES.	119
V.3.1.1.4- LONGITUDES DE ARCADA.	120
V.3.1.2- MEDIDAS INDIRECTAS.	120
<b>V.3.2- MÉTODO DIGITAL.</b>	<b>121</b>
V.3.2.1- DIGITALIZACIÓN DE LOS MODELOS.	121
V.3.2.2- CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DISEÑADO.	122
V.3.2.3- FUNCIONAMIENTO DEL MÉTODO DIGITAL.	124
V.3.2.4- CALIBRADO DE LOS MODELOS DIGITALIZADOS.	126
V.3.2.5- MEDIDAS DIRECTAS.	128
V.3.2.5.1- TAMAÑOS MESIODISTALES DE LOS DIENTES.	128
V.3.2.5.2- ANCHURAS BICANINAS.	131
V.3.2.5.3- ANCHURAS BIMOLARES.	133
V.3.2.5.4- LONGITUDES DE ARCADA.	135
V.3.2.6- MEDIDAS INDIRECTAS.	137
<b>V.3.3- APLICACIÓN MÉTODO DIGITAL PARA PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS.</b>	<b>140</b>
V.3.3.1- LISTAS DE TAMAÑOS DENTARIOS DEL MÉTODO DIGITAL.	140
V.3.3.2- DIENTES DE REFERENCIA.	144
<b>V.3.4- METODOS ESTADÍSTICOS.</b>	<b>150</b>
V.3.4.1- DATOS CORRELACIONADOS.	150
V.3.4.2- COMPARACIÓN PROPORCIONES DOS POBLACIONES.	151
V.3.4.3- AJUSTE RECTA MÍNIMOS CUADRADOS. RECTA DE REGRESIÓN.	152
V.3.4.4- DISPERSIÓN JUSTE. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.	154

<b>VI- RESULTADOS.</b>	<b>155</b>
<b>VI.1- REPRODUCIBILIDAD DEL MÉTODO DIGITAL.</b>	<b>157</b>
<b>VI.1.1- VARIABILIDAD INTRAOBSERVADOR.</b>	<b>157</b>
<b>VI.1.2- VARIABILIDAD INTEROBSERVADOR.</b>	<b>162</b>
<b>VI.2- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DOS MÉTODOS DE MEDICIÓN EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DIRECTAS E INDIRECTAS.</b>	<b>167</b>
<b>VI.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.</b>	<b>169</b>
<b>VI.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.</b>	<b>188</b>
<b>VI.3- PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS.</b>	<b>210</b>
<b>VI.3.1- GRÁFICAS REGRESIÓN LINEAL POR DIENTE DE REFERENCIA.</b>	<b>210</b>
<b>VI.3.2- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES POR DIENTE DE REFERENCIA.</b>	<b>214</b>
<b>VI.3.3- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES CADA DIENTE DE LA ARCADA.</b>	<b>219</b>
<b>VI.3.4- COMPARACIÓN DIFERENCIAS DE LOS TAMAÑOS MESIODISTALES TOTALES POR ARCADAS.</b>	<b>222</b>
<b>VI.3.5- COMPARACIÓN TAMAÑOS DENTARIOS REALES TRADICIONALES, DIGITALES Y LOS PREDICHOS.</b>	<b>225</b>
<b>VII- DISCUSIÓN.</b>	<b>226</b>
<b>VII.1- VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL MÉTODO DE MEDIDA DIGITAL.</b>	<b>228</b>
<b>VII.2- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DOS MÉTODOS DE MEDIDA EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DIRECTAS E INDIRECTAS.</b>	<b>235</b>
<b>VII.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.</b>	<b>235</b>
<b>VII.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.</b>	<b>243</b>

<b>VII.3- PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS.</b>	<b>251</b>
<b>VII.3.1- ELECCIÓN DE LOS DIENTES DE REFERENCIA.</b>	<b>256</b>
<b>VII.3.2- GRAFICAS DE REGRESIÓN LINEAL POR DIENTE DE REFERENCIA.</b>	<b>257</b>
<b>VII.3.3- CLASIFICACIÓN DE LAS PREDICCIONES POR DIENTE DE REFERENCIA.</b>	<b>258</b>
<b>VII.3.4- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES PARA CADA DIENTE.</b>	<b>261</b>
<b>VII.3.5- COMPARACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE LOS TAMAÑOS MESIODISTALES TOTALES POR ARCADAS.</b>	<b>263</b>
<b>VII.3.6- COMPARACIÓN TAMAÑOS DENTARIOS REALES TRADICIONALES, DIGITALES Y LOS PREDICHOS.</b>	<b>264</b>
<b>VIII- CONCLUSIONES.</b>	<b>265</b>
<b>IX- BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>269</b>

## **I- JUSTIFICACIÓN.**

## JUSTIFICACIÓN

---

La predicción de los tamaños de los dientes no erupcionados en dentición mixta ha sido desde siempre un claro objetivo en la Ortodoncia.

Son múltiples los métodos y procedimientos existentes en la literatura para la consecución de estas predicciones.

Sin embargo, todos ellos resultan laboriosos y complicados de realizar desde nuestro punto de vista, consiguiendo sólo predecir el tamaño dentario de una forma muy aproximada, provocando por tanto, en la mayoría de los casos, la falta de uso de los mismos.

Desde hace algún tiempo, veníamos madurando la idea de, aprovechando el gran avance de los tratamientos de imagen por ordenador, obtener un Método que de manera sencilla, prácticamente automática y por supuesto fiable, nos permitiese realizar la predicción de estos tamaños de dientes definitivos no erupcionados y durante el período de dentición mixta.

Para ello y previamente, hemos tenido que crear un *Método Digital* de medición de los tamaños dentarios y comprobar su reproducibilidad para todas las diferentes medidas dentarias directas: tamaños dentarios, anchuras bicaninas, anchuras bimolares y longitudes de arcada.

Además de la comodidad y exactitud de las medidas así obtenidas, el disponer de las medidas directas en la memoria del ordenador, permite obtener de forma automática una serie de medidas dentarias indirectas que en condiciones normales tienden a no ser calculadas, como el Índice de Bolton Anterior y Total, la discrepancia oseodentaria, las diferencias en la longitud de arcada, en la anchura bicanina, en la anchura bimolar, el cociente de la arcada y las asimetrías de los dientes.

La aplicación clínica de este *Método Digital* nos parece muy útil, aconsejable y de fácil manejo, ya que la tecnología Digital es hoy en día ampliamente utilizada en nuestra sociedad y en nuestra profesión.

## **II- INTRODUCCIÓN.**

## **INTRODUCCIÓN**

---

La **INTRODUCCIÓN** de la presente Tesis Doctoral la hemos dividido en los siguientes apartados:

### ***II- INTRODUCCION.***

#### ***II.1- DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA.***

#### ***II.2- ÍNDICES ODONTOLÓGICOS.***

#### ***II.3- MÉTODOS DE MEDIDA: DIGITALIZACIÓN.***

#### ***II.4- PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.***

##### ***II.4.1- MODIFICACIONES PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.***

##### ***II.4.2- LOCALIZACIÓN PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.***

***II.4.2.1- CONVERGENCIA CARAS PROXIMALES HACIA CERVICAL.***

***II.4.2.2- CONVERGENCIA CARAS PROXIMALES HACIA PALATINO.***

#### ***II.5- PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS.***

### II.1- DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA.

El primer reto al que nos enfrentamos ante un paciente susceptible de recibir tratamiento de Ortodoncia es ante la realización de un correcto diagnóstico, el cual comprende varios aspectos claramente diferenciados pero complementarios entre sí.

Por un lado, el clínico y por otro, los obtenidos con los diferentes registros como las radiografías, las fotografías y los modelos de estudio.

La fusión de ambas fuentes de información sirve de base para la planificación y la realización de un tratamiento idóneo.

El diagnóstico ortodóncico incluye aquellos procedimientos que permiten describir, analizar y medir el problema óseo y dentario en sus aspectos morfológicos y funcionales mediante acciones clínicas que se realizan sobre el paciente de forma directa e indirecta con la ayuda de algunos elementos complementarios, como la experiencia del propio profesional, Bravo y Plasencia 1998.

Por lo tanto, diferenciaremos entre métodos directos e indirectos para realizar un estudio clínico completo:

- **Métodos directos.**  
Son los procedimientos como la anamnesis, la exploración visual y la palpación tanto facial como bucodental de forma manual y con el instrumental adecuado.
- **Métodos indirectos.**  
Son los estudios que se realizan sobre las distintas fotografías, radiografías y los modelos de estudio del paciente, sobre los que se efectúan una serie de mediciones, observaciones y registros.

## INTRODUCCIÓN

---

Muchas de estas mediciones, observaciones y registros asociados con estos métodos indirectos se usan para cuantificar determinados aspectos de una población, recurriendo a menudo a la utilización de instrumentos de medida.

La dificultad y laboriosidad que, a veces, tiene la realización de dichas mediciones limita su utilización en la práctica clínica, por lo que la incorporación de *Métodos Digitales* de medida que permitan una mayor facilidad y exactitud en la obtención de estas determinaciones favorecería su realización en la rutina clínica.

Por otro lado, a partir de las mediciones primarias es posible calcular otras magnitudes de interés diagnóstico tales como la discrepancia oseodentaria, la determinación de asimetrías, diferentes relaciones entre tamaños de estructuras dentarias ó algunos índices ortodóncicos, siendo uno de los más conocidos y utilizados en este campo el Índice de Bolton.

### II.2- ÍNDICES ODONTOLÓGICOS.

Son muchos los autores que han definido el término “índice” ya que son diversos los que se usan en Odontología y en concreto en Ortodoncia.

La Real Academia Española© define “índice”, como una expresión numérica de una relación entre dos cantidades.

De acuerdo con la definición de Russell(Cuenca, 1991), un índice es un valor numérico que describe una situación relativa de una población determinada sobre una escala graduada, con un límite superior e inferior definido, que permite comparaciones con otras poblaciones clasificadas con los mismos métodos y criterios.

Generalmente, los índices son proporciones ó cocientes entre magnitudes medidas directamente, que sirven como indicadores de la prevalencia con la que se presentan determinadas características en una comunidad; pueden incluir una indicación del grado de esta situación.

## INTRODUCCIÓN

---

Según Murcia y Bravo 2000, un índice es un número que sirve de indicador para expresar cierta condición, el cual puede ser deducido de una serie de observaciones.

Murcia y Bravo en una revisión de la literatura en el año 2000, encontraron más de 28 índices, todos ellos relacionados con la Ortodoncia.

Según Shaw, Richmond y O'Brien 1995, los índices pueden clasificarse en: índices diagnósticos, epidemiológicos, de necesidad y prioridad de tratamiento, de evaluación de resultados y de complejidad de tratamiento.

El Índice de Bolton, sería según esta clasificación, un índice de diagnóstico.

Pero otros autores, como Baume 1974 y Marechaux, Foster y Menezas 1976 y Olivier y cols. 1989, estudiaron unos índices diferentes a los que denominaron índices de registro, observando cómo se progresaba hacia la consecución de métodos de medición con variables claramente definidas, que se podían identificar con un alto nivel de reproducibilidad interexaminador.

Un índice debe reunir determinadas condiciones, entre las cuales las más destacables son las siguientes:

- Validez.

Servir para medir lo que se pretende medir y adaptarse a las características del problema del estudio.

- Claridad.

El examinador debe ser capaz de memorizar fácilmente sus reglas y criterios, a fin de aplicarlos con facilidad y rapidez en su trabajo de campo.

## INTRODUCCIÓN

---

- Fiabilidad ó precisión.

Los resultados deben de ser reproducibles en condiciones distintas de utilización y por distintos examinadores.

- Sensibilidad.

Capacidad de detectar, razonablemente, pequeñas variaciones en cualquier dirección del grupo de población estudiado.

- Aceptabilidad.

La utilización del índice no debe causar incomodidad ó molestia a los individuos examinados.

En este trabajo, nos vamos a centrar en el análisis de las posibilidades y en la exactitud en la determinación automática de estos índices utilizando para ello un *Método Digital* de medición.

Concretamente en el *Método Digital* desarrollado por nosotros se determinan automáticamente algunos de los índices más utilizados en la práctica clínica relacionados con la maloclusión y que comentamos a continuación para valorar su interés.

El Índice de Bolton está directamente relacionado con la consecución de una correcta oclusión dentaria, que es uno de los objetivos esenciales desde el punto de vista ortodóncico en la finalización del tratamiento de cualquier maloclusión.

Para ello, debemos conseguir que una vez finalizado el tratamiento de Ortodoncia, en máxima intercuspidad, se produzca una situación de respeto de los puntos de contacto entre dientes vecinos, a la par que unas relaciones molares, caninas y de incisivos dentro de los límites que exige el equilibrio oclusal.

Todo ello hace estrictamente necesario que exista también una adecuada proporción entre el tamaño intraarcada de los dientes respecto a sus bases óseas que condicionará la existencia de un buen alineamiento, de diastemas ó de apiñamiento dentario.

## INTRODUCCIÓN

---

En Ortodoncia, el conocimiento de los tamaños de los dientes, expresado por su diámetro mesiodistal, nos permite saber el espacio que necesita cada uno de ellos para poder alinearse correctamente en su arcada.

La discrepancia entre el espacio disponible y el tamaño de los dientes es probablemente una de las estimaciones más difíciles e importantes dentro del diagnóstico ortodóncico, un error por parte nuestro en su predicción, puede producir alteraciones básicas en el curso del tratamiento de Ortodoncia.

Según Nance 1974, no todos los individuos presentan un tamaño de arcada proporcional al tamaño mesiodistal de los dientes, motivo por el cual aparecen ciertas discrepancias oseodentarias en determinados pacientes.

También tiene gran importancia la relación interarcada, entre los tamaños de los dientes superiores e inferiores tanto a nivel anterior como posterior.

Las discrepancias de tamaños dentarios entre los dientes de distintas arcadas, determinarán una modificación en la interdigitación, el resalte, la sobremordida y discrepancias de las líneas medias interincisivas.

Muy frecuentemente, estas discrepancias de los tamaños dentarios que afectan a la oclusión, pasan desapercibidas al comienzo del tratamiento de Ortodoncia y no se ponen de manifiesto hasta las últimas fases de finalización del mismo, imposibilitando con ello el logro de una correcta relación interoclusal, especialmente la relación molar y canina, así como la corrección del resalte y/o sobremordida según los casos.

Las discrepancias de tamaños dentarios son relativamente frecuentes tanto entre la población general como entre la ortodóncica.

Ya en el año 1944, Ballard y Wylie midieron el tamaño mesiodistal de dientes contralaterales observando que en el 90% de los casos estudiados, existían discrepancias dentarias superiores a 0,25 mm.

## INTRODUCCIÓN

---

Richardson en un estudio no publicado en 1959 de la Universidad de Washington, encontró sobre 205 individuos, que 79(38,5%) presentaban discrepancias dentarias.

Bolton 1962, detectó en una muestra de 100 individuos, cómo 29(29%) de ellos presentaban alteraciones del Índice de Bolton Anterior.

De igual modo, Crosby y Alexander 1989, hallaron sobre 109 pacientes ortodóncicos con distintas maloclusiones, un 22,9% de ellos con discrepancias en los tamaños mesiodistales de los dientes a nivel anterior independientemente de la maloclusión que tuvieran.

Proffit 1994, afirmó que aproximadamente un 5% de la población general presentaba algún tipo de alteración en el tamaño dentario.

Proffit propuso, que para comprobar de manera rápida la existencia ó no de discrepancias a nivel de los dientes anteriores, se debía comparar el tamaño de los incisivos laterales superiores con los incisivos laterales inferiores.

A menos que los superiores fueran mayores, existiría una discrepancia segura en el tamaño dentario.

Años después, Freeman y cols. 1996, realizaron un estudio sobre los registros ortodóncicos de 157 pacientes, detectando un porcentaje mayor que los autores anteriores; 30,6% de estos pacientes presentaban alteraciones en los tamaños dentarios a nivel anterior, mientras que un 13,5% de los mismos las tenían a nivel posterior, es decir de primer molar a primer molar.

Estudios más recientes, Santoro 2000, hallan una discrepancia en los tamaños dentarios a nivel posterior de un 11% y a nivel anterior de un 28% de la muestra estudiada por ellos.

### II.3- MÉTODOS DE MEDIDA: DIGITALIZACIÓN.

Existen diferentes métodos para proceder a la medición de los tamaños dentarios y por tanto a la localización de las discrepancias comentadas anteriormente.

Ahora bien, en ocasiones muchos de los métodos de medición conocidos y utilizados resultan lentos y laboriosos de realizar.

Esto provoca que muchos profesionales omitan estas mediciones antes del comienzo del tratamiento de Ortodoncia, limitándose exclusivamente a mirar la forma y el tamaño de los incisivos laterales superiores, por ser los dientes que más variaciones de forma y tamaño sufren según la mayoría de autores consultados en la literatura (Sanin y Savara 1971, Keene 1979, Lysell 1982, Lanuza 1990 y Marín 1993).

Esta falta de medición, fue lo que confirmó una encuesta realizada por John Sheridan y Robert Keim, vía Internet, a finales del año 2000 y 2002, respectivamente, en Estados Unidos entre Ortodoncistas exclusivos.

Las encuestas publicadas en el Journal of Clinical Orthodontics, muestran como la mayoría de Ortodoncistas encuestados reconocieron no realizar ningún tipo de medición dentaria en el diagnóstico ortodóncico, mientras que un 47% afirmaron utilizar el Índice de Bolton en la mayoría de los casos.

En España, se realizó una encuesta de carácter anónimo y con características similares a las anteriores, diseñada y elaborada en el Departamento de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de Valencia y remitida vía Internet a 70 Ortodoncistas exclusivos formados en distintas escuelas, con ejercicio profesional repartido por toda España y con diferentes años de experiencia profesional.

## INTRODUCCIÓN

---

Los resultados obtenidos muestran como un 27% de los encuestados reconoció utilizar siempre el Índice de Bolton, un 9% a mitad ó al final del tratamiento de Ortodoncia, un 13% nunca, mientras que la gran mayoría, un 49% afirmaron medirlo tan solo en casos de sospecha de posibles discrepancias en los tamaños dentarios.

Respecto a la medición de la discrepancia oseodentaria, los resultados indicaron que un 7% afirmó no medirla nunca, un 50% sólo ante casos con ciertas dudas para realizar extracciones ó no, mientras que un 41% la medían rutinariamente.

Con el ánimo de facilitar ó mejorar la medición de estos índices, son muchos los estudios que describen técnicas alternativas más ó menos exactas a la medición tradicional sobre el modelo de escayola de los tamaños mesiodistales, así como medidas asociadas.

Desde la medición tanto manual como informatizada sobre las fotocopias de los modelos de estudio hasta técnicas menos conocidas, como la medición sobre hologramas de los propios modelos (Rossouw 1991).

Actualmente, en más clínicas odontológicas existe una tendencia hacia la toma de registros digitales, de cara a optimizar medidas informaticamente.

El primer registro en digitalizarse fue la fotografía, con la incorporación de pequeñas cámaras de formas diferentes y tamaños diminutos para realizar fotografías intrabucales que se transmitían de manera automática a programas informáticos específicos. Estas cámaras han llegado a ser de alta resolución y sensibilidad.

La radiografía fue la siguiente en digitalizarse; pasando de una radiografía convencional a la radiografía digital y posteriormente a la radiovisiografía.

## INTRODUCCIÓN

---

A continuación, aparecieron las simulaciones virtuales en el mundo de la cirugía ortognática y por último, el análisis de los modelos digitalizados, pilar fundamental de nuestro trabajo.

Los modelos de estudio en Ortodoncia han tenido desde siempre una gran importancia, ya que se trata de un registro diagnóstico que proporciona información en los tres planos del espacio: anteroposterior, vertical y transversal, para realizar un correcto diagnóstico y plan de tratamiento del paciente ortodóncico.

La aplicación del análisis de imagen en dos dimensiones (2D) al estudio de las arcadas dentarias, permite, tras una adecuada digitalización de éstas, obtener toda la información relacionada tanto con los tamaños mesiodistales de los dientes, como con las distintas longitudes de la arcada dentaria, así como de otra serie de mediciones asociadas a estas dos últimas.

El desarrollo de un programa informático ligado a este procedimiento de medida nos facilita la determinación automática de determinados parámetros de interés clínico como el Índice de Bolton Anterior y Total, la discrepancia oseodentaria y la localización de asimetrías en los tamaños de los dientes de distintas hemiarcadas.

Según la encuesta citada anteriormente, un porcentaje altísimo de los encuestados españoles (89%), afirmaron no utilizar un programa informatizado de medición de modelos de estudio, posiblemente porque los programas disponibles hasta el momento no están perfeccionados totalmente.

Para la puesta en marcha de este nuevo *Método Digital* es fundamental el conocimiento previo de las relaciones que guardan los dientes entre sí, para de esta manera no cometer errores en la localización de los puntos de contacto dentarios ajenos al *Método Digital*.

## INTRODUCCIÓN

---

Por lo tanto, definiremos las relaciones interproximales que se establecen entre dos dientes vecinos de una misma arcada, como la relación que existe entre la cara mesial de un diente y la cara distal del diente contiguo.

La única excepción a esta norma es la relación que guardan los incisivos centrales de ambas arcadas, los cuales se relacionan entre sí por sus caras mesiales.

### II.4- PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.

La relación que se establece entre dos dientes vecinos mediante sus caras proximales establece una entidad anatomofisiológica que se denomina *punto de contacto anatómico*.

Éste, considerado aisladamente, es el área de contacto entre la superficie de la cara mesial de un diente y la superficie de la cara distal del diente vecino.

Desde el punto de vista anatómico, el punto de contacto es un espacio alrededor del cual se disponen una serie de estructuras que forman una región importantísima para la conservación del diente, puesto que la ruptura del equilibrio de sus elementos puede determinar con carácter definitivo, modificaciones en los tejidos de soporte del diente.

Cada diente contribuye a estabilizar tanto a sus dientes adyacentes como a sus antagonistas, asegurando la estabilidad de la posición de estos en sentido horizontal y vertical, facilitando la transmisión de las fuerzas masticatorias a toda la arcada dentaria.

### II.4.1- MODIFICACIONES PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.

El punto de contacto es real en los primeros años de erupción tanto en la dentición temporal y como en la permanente.

La acción masticatoria produce pequeños movimientos que producen un hundimiento del diente en su propio alveolo.

Esta movilidad es mayor en mujeres que en hombres y también mayor en dientes en erupción, por lo tanto mayor en niños que en adultos.

El diente sufre movimientos de extrusión e intrusión continuos, produciéndose una fricción de los dientes y por lo tanto del punto de contacto entre ellos, que al desgastarse se transforma en una *faceta de contacto* más ó menos extendida.

La primera consecuencia de la aparición de estas facetas de contacto es el acortamiento de la longitud de arcada.

Existen una serie de factores no fisiológicos que impiden el establecimiento de un correcto punto de contacto ó modifican uno normalmente dispuesto.

Anomalías en la forma, en el tamaño del diente y alteraciones en la posición de los mismos (presencia de apiñamiento ó diastemas) son algunos de estos factores que hacen que el punto de contacto se localice en un sitio diferente, recibiendo el nombre de *punto de contacto clínico y no anatómico*.

En resumen, definimos como *punto de contacto anatómico*, aquel donde se encuentra el punto más sobresaliente de cada diente teniendo en cuenta su anatomía, tanto a nivel mesial como distal.

En los casos de malposiciones dentarias, consideramos *punto de contacto clínico*, el lugar donde cada diente contacta su diente vecino y no donde lo debería hacer.

### **II.4.2- LOCALIZACIÓN PUNTO DE CONTACTO ANATÓMICO.**

La posición en la que se localiza el punto de contacto entre dos dientes contiguos, depende de dos factores que derivan de la forma dentaria y de la convergencia de sus caras proximales.

#### **II.4.2.1- CONVERGENCIA CARAS PROXIMALES HACIA CERVICAL.**

Permite determinar la posición en sentido incisivo u oclusocervical de las partes más prominentes de las caras proximales, que se corresponden con el máximo diámetro mesiodistal y que en casi todos los dientes se encuentra situado muy cerca de incisal u oclusal.

En ambas arcadas, los incisivos son los dientes que presentan esta convexidad más cerca del borde incisal, luego va alejándose progresivamente hasta llegar a los molares, pero sin abandonar nunca el tercio incisal.

Se explica esto, ya que los incisivos presentan el borde cortante con una sola dirección, de modo que los ángulos que forman con las caras proximales están muy cerca del punto extremo del mismo.

En los caninos, la aparición de las dos vertientes hace que esos mismos ángulos aparezcan bastante alejados del vértice que estas determinan.

Igual ocurre con los premolares y molares, en correspondencia con las oblicuidades de las aristas longitudinales de las cúspides vestibulares.

### **II.4.2.2- CONVERGENCIA CARAS PROXIMALES HACIA PALATINO.**

Las caras proximales de los dientes se disponen siguiendo los radios que engendran las curvas que pasan por las caras libres.

Por ello, la máxima dimensión mesiodistal de la corona y las prominencias de las caras proximales se hallan situadas más cerca de vestibular que de lingual ó palatino.

Una excepción a esta regla, es el primer molar superior, el cual, presenta mayor diámetro mesiodistal en palatino que en vestibular, lo que dependerá del tamaño de la cúspide distopalatina.

Esto también determina que el punto de contacto entre el primer y segundo molar superior esté desplazado hacia palatino.

En resumen diremos que, los puntos de contacto anatómicos de los dientes, se hallan situados hacia vestibular y oclusal de las caras que participan en su formación y que desde los incisivos a los molares sufren una leve migración hacia cervical y palatino ó lingual.

Una vez los puntos de contacto de los dientes están correctamente localizados, es el momento de comenzar con la puesta en funcionamiento del nuevo *Método Digital* para la medición y predicción de tamaños dentarios.

### II.5- PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS.

Otra aplicación muy interesante de la utilización de la informática aplicada al estudio de modelos y de momento poco extendida, es la predicción del tamaño de los dientes no erupcionados de manera rápida, sencilla y exacta, que nosotros hemos abordado en nuestro trabajo.

Esta predicción puede realizarse tanto en dentición mixta como permanente, aunque en este último caso, implica únicamente la constatación del éxito ó no de la predicción (en el caso de que fuera hecha previamente).

Predecir el tamaño de los dientes no erupcionados, caninos y premolares, en dentición mixta, es un claro objetivo de la Ortodoncia, ya que se trata de un pilar básico a la hora de realizar un correcto diagnóstico y plan de tratamiento de las maloclusiones en este momento.

El análisis de la arcada dentaria en dentición mixta nos ayudará a decidir si el plan de tratamiento incluirá: extracciones seriadas, erupción guiada, mantenimiento del espacio de deriva, recuperación del espacio ó simplemente observación y control del caso, ya que las decisiones de tratamiento pueden verse afectadas y modificadas por tan solo 1 ó 2 mm de diferencia.

Otra de las ventajas de conocer el tamaño de los dientes no erupcionados, es la de calcular el Índice de Bolton futuro.

Muchas de las maloclusiones empiezan a instaurarse en dentición mixta.

Un repaso a la literatura reciente, nos indica el gran interés de los Ortodontistas en los últimos tiempos por comenzar los tratamientos de Ortodoncia en esta fase.

## INTRODUCCIÓN

---

Por lo tanto, los objetivos del análisis en dentición mixta son:

- Reducir en intensidad ó incluso eliminar algunas maloclusiones que empiezan a instaurarse en esta etapa.
- Calcular la discrepancia oseodentaria, la cual nos ayudará a saber la cantidad de apiñamiento ó separación que va a existir una vez los dientes hayan hecho erupción, factor importante ya que el apiñamiento dentario es una de las causas más frecuentes a la hora de demanda de tratamiento ortodóncico.
- Conocer si van a existir discrepancias futuras en el tamaño dentario que puedan provocar alteraciones en el Índice de Bolton y por consiguiente en la oclusión dentaria.

Son muchos los autores que han llegado a diversas formulas más ó menos exactas y/o complicadas para la predicción de estos tamaños dentarios (Nance 1947, Moorrees 1954 y 1964, Hixon y Oldfather 1958, Moyers 1963 y 1973, Tanaka y Johnston 1974, Bishara y Staley 1984, Ostos y Travesí 1989, De Paula, Oliveira Almeida y Lee en 1995, Plasencia y González-Cuesta 1996, Fernández-Riveiro, Otero-Cepeda y Suárez-Quintanilla 1996).

Muchos de estos métodos basan sus predicciones en ecuaciones de regresión tomando uno ó varios dientes ya erupcionados como referencia, para a partir de ellos hallar el tamaño dentario del resto.

Pero en ocasiones estas fórmulas resultan complicadas, lentas y laboriosas de efectuar, implicando la no realización de las mismas.

## INTRODUCCIÓN

---

Por todo ello, en el presente trabajo presentamos también las posibilidades que ofrece el *Método Digital* de análisis de modelos que hemos puesto a punto y que pretende realizar la predicción de los tamaños ideales de los dientes no erupcionados para determinar y conocer con exactitud la situación que va a existir en dentición permanente de manera precoz ó por lo menos realizar una predicción de la misma.

Este nuevo *Método Digital* basa sus predicciones tomando uno ó varios dientes ya erupcionados como referencia, para a partir de ellos y de unas tablas de tamaños dentarios introducidas por nosotros en el Programa, calcular el percentil al que, según ese ó esos dientes de referencia, correspondería la dentición completa del paciente asignándole el resto de tamaños dentarios.

Los incisivos y los molares, dentro de la gran variabilidad existente, parecen ser los dientes más elegidos como referencia debido a su erupción de manera precoz en la arcada y a su estabilidad en el tamaño dentario como hemos comentado anteriormente.

En nuestro trabajo, hemos elegido varios dientes como referencia; incisivo central superior, primer molar superior e inferior. Las razones de esta elección son diversas y las pasamos a desarrollar a continuación:

Para la elección del primer molar superior e inferior como dientes de referencia las razones son las siguientes:

- 1- Son unos de los primeros dientes permanentes en erupcionar.
- 2- Son de los dientes que mejor se pueden medir en el modelo de escayola.
- 3- Presentan gran estabilidad en cuanto a su tamaño dentario. Ballard y Wylie 1947, Sanin y Savara 1971, Keene 1979, Lysell 1982, Lanuza 1990 y Marín 1993 encuentran en sus respectivos estudios el primer molar superior como el diente más estable, mientras que Keene 1979 y Axelsson 1983 hallan los mismos resultados para el inferior.

## INTRODUCCIÓN

---

El tercer y último diente tomado como referencia en el presente trabajo es incisivo central superior permanente.

Los motivos para su elección son exactamente los mismos que las de los primeros molares con la ventaja añadida de presentar una baja incidencia de caries, a diferencia de los molares, lo que en ocasiones y ante ausencia de los anteriores ó ante la presencia de restauraciones desbordantes que alteren su anatomía, provoca que el incisivo central superior sea utilizado como diente de referencia.

La estabilidad de los incisivos centrales superiores fue detectada por Ballard 1944, en su estudio sobre 500 pacientes.

En resumen, previo a realizar cualquier tipo de predicción, debemos comprobar que el *Método Digital* propuesto pueda realizar todas las distintas mediciones mencionadas con anterioridad tanto de los diámetros mesiodistales de los dientes como las diferentes longitudes medidas en la arcada dentaria, así como, los cálculos e índices derivados de estas, con exactitud, facilidad y fiabilidad, para que de esta manera se realicen rutinariamente en el diagnóstico de Ortodoncia.

### **III- REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

---

La **REVISIÓN DE LA LITERATURA** de la presente Tesis Doctoral la hemos dividido en los siguientes apartados:

### **III- REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

#### **III.1- DIMENSIONES DENTARIAS.**

##### **III.1.1- TAMAÑOS DENTARIOS.**

- III.1.1.1- VARIACIONES SEGÚN EL GRUPO DENTARIO.*
- III.1.1.2- VARIACIONES SEGÚN EL GRUPO ÉTNICO.*
- III.1.1.3- VARIACIONES SEGÚN EL SEXO.*
- III.1.1.4- VARIACIONES SEGÚN LAS GENERACIONES.*
- III.1.1.5- VARIACIONES SEGÚN LA TALLA FAMILIAR.*
- III.1.1.6- VARIACIONES SEGÚN SÍNDROMES.*
- III.1.1.7- VARIACIONES ENTRE HEMIARCADAS.*
- III.1.1.8- VARIACIONES ENTRE LA POBLACIÓN MALOCLUSIVA.*

##### **III.1.2- TABLAS DE TAMAÑOS DENTARIOS.**

##### **III.1.3- PROPORCIONES DENTARIAS.**

##### **III.1.4- ÍNDICE DE BOLTON.**

- III.1.4.1- CÁLCULO ÍNDICES DE BOLTON.*
- III.1.4.2- LOCALIZACIÓN ALTERACION I. BOLTON ANTERIOR.*
- III.1.4.3- TABLAS I. BOLTON ANTERIOR.*
- III.1.4.4- LOCALIZACIÓN ALTERACION I. BOLTON TOTAL.*
- III.1.4.5- TABLAS I. BOLTON TOTAL.*
- III.1.4.6- RESULTADOS ÍNDICE DE BOLTON.*

##### **III.1.5- PROPORCIÓN DIVINA Ó AUREA (DE ORO).**

#### **III.2- DIMENSIONES DE LA ARCADA DENTARIA.**

##### **III.2.1- ANCHURA DE LA ARCADA.**

- III.2.1.1- ANCHURA BICANINA.*
- III.2.1.2- ANCHURA BIMOLAR.*

##### **III.2.2- LONGITUD DE LA ARCADA.**

**III.3- CÁLCULOS.**

**III.3.1- DISCREPANCIA OSEODENTARIA.**

**III.3.2- DIFERENCIAS ARCADAS DENTARIAS.**

*III.3.2.1- DIFERENCIAS LONGITUD DE LA ARCADA.*

*III.3.2.2- DIFERENCIAS ANCHURA BICANINA Y BIMOLAR.*

**III.3.3- COCIENTE ANCHURAS ARCADAS DENTARIAS.**

**III.4- EVOLUCION EN LAS MEDICIONES DENTARIAS.**

**III.4.1- TIPOS DE INSTRUMENTOS.**

**III.4.2- EVOLUCIÓN DE LAS MEDICIONES.**

**III.5- PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS EN DENTICIÓN MIXTA.**

**III.5.1- MÉTODOS BASADOS EN ECUACIONES DE REGRESION.**

**III.5.2- MÉTODOS BASADOS EN RADIOGRAFIAS.**

**III.5.3- MÉTODOS COMBINADOS.**

Son muchos los estudios que aparecen publicados en la literatura haciendo referencia a las distintas dimensiones dentarias.

Estas dimensiones dentarias pueden dividirse en: tamaños de los propios dientes y las diferentes proporciones que guardan estos entre sí.

### **III.1- DIMENSIONES DENTARIAS.**

#### **III.1.1- TAMAÑOS DENTARIOS.**

Casi todos los autores consultados, valoraban los tamaños dentarios midiendo el diámetro mesiodistal de cada diente, definido como la máxima distancia lineal entre los puntos de contacto mesial y distal del mismo.

Las variaciones en los tamaños de los dientes se presentaron en múltiples ocasiones que describimos a continuación.

##### ***III.1.1.1- VARIACIONES SEGÚN EL GRUPO DENTARIO.***

Bailit en 1975 y Wilson en 1986, introdujeron “la teoría de campo de Buttler”, según la cual la dentición de los mamíferos se dividía en tres campos de desarrollo: incisivos, caninos y molares.

Cada uno de estos grupos poseía un diente clave, que era el más estable en su desarrollo, mientras que los otros, se hacían cada vez más variables a medida que se alejaban de él.

Posteriormente Dalberg, adaptó esta misma teoría a los seres humanos añadiendo un cuarto grupo; los premolares.

Propuso el siguiente orden de estabilidad dentro de cada grupo en cuanto al tamaño y la forma dentaria (de más estable a menos):

### **Arcada superior:**

Incisivo central>Incisivo lateral, Canino, Primer premolar>Segundo premolar, Primer molar>Segundo molar>Tercer molar.

### **Arcada Inferior:**

Incisivo lateral>Incisivo central, Canino, Primer premolar>Segundo premolar, Primer molar>Segundo molar>Tercer molar.

Los dientes que mayor variabilidad de forma y tamaño presentaron fueron: incisivo lateral superior, segundo premolar superior e inferior y tercer molar superior e inferior.

Diversos autores consultados en la literatura compartían estas afirmaciones.

El tamaño de los dientes estaba determinado por un tipo de herencia poligénica en la cual intervenían genes que eran afectados por el medio ambiente, siendo los dientes más alejados de cada grupo los más afectados por esto.

El clima, las enfermedades generales y la malnutrición eran factores que influían en la morfología y en el tamaño dentario, pero sobre todo las condiciones prenatales desfavorables.

En un trabajo realizado por Bailit en 1975, encontró una gran relación entre los niños prematuros y la existencia de dientes con alteraciones de la forma y tamaño.

Lysell y cols. en un estudio en 1982 sobre 1.130 niños suecos, detectaron que el incisivo lateral superior era el diente más variable con un porcentaje del 8,5% mientras que el primer molar superior era el diente más estable con un 4,6%.

Resultados que coincidían plenamente con los de Sanin y Savara 1971 sobre una muestra de 101 individuos, con los de Keene 1979 sobre 56 pacientes y con los de Axelsson 1983.

Ostos y Travesí 1989, en un trabajo sobre 1.000 niños españoles andaluces observaron que los dientes que mayor variabilidad presentaban eran el incisivo lateral superior y el incisivo central inferior, mientras que los más estables eran los caninos superiores e inferiores.

Lanuzza y Plasencia 1990, en un estudio realizado sobre 339 modelos de estudio correspondientes a niños valencianos, obtuvieron los mismos resultados de estabilidad para el primer molar superior y de variabilidad para el incisivo lateral superior.

Marín y cols. 1993, en un estudio sobre 235 niños españoles madrileños, hallaron un 8,2% para el incisivo lateral superior como diente más variable y un 4,7% para el primer molar como el diente que menos variabilidad presentó.

Hattab y cols. 1996, al estudiar 198 individuos jordanos, encontraron igualmente el incisivo lateral superior como diente más variable en cuanto a su tamaño dentario (CV 8,8%) y al primer molar superior como el menos variable (5,8%).

### **III.1.1.2- VARIACIONES SEGÚN EL GRUPO ÉTNICO.**

El tamaño de los dientes permanentes varía según la raza del individuo.

#### **Poblaciones caucásicas.**

Seipel 1946 y Lundstrom 1954, en sus respectivos estudios sobre una muestra de niños suecos, obtuvieron tamaños dentarios menores que los datos obtenidos por Moorrees y cols. en 1957, al realizar un estudio similar sobre 184 niños norteamericanos de antecedentes europeos.

Según Ostos y Travesí 1989, los diámetros mesiodistales de la población española estudiada por ellos, eran en promedio, menores que los de las poblaciones americanas, especialmente en lo que se refiere a la raza negra. Los tamaños se asemejaban más a los de la población europea, situándose entre los tamaños de los dientes de los islandeses y los de los suecos, aunque con pequeñas diferencias.

A su vez, Marín y cols. 1993, observaron tamaños mesiodistales mayores a los de Moorrees en 1957 sobre niños caucásicos norteamericanos, a los de Moyers en 1976 en niños norteamericanos, a los de Lysell y cols. en 1982 sobre niños suecos y a los de Lavelle en 1972 sobre niños británicos.

Los resultados de González-Cuesta y Plasencia 1994, mostraron una media muestral respecto a los tamaños dentarios ligeramente mayor que otras poblaciones caucásicas (Moorrees 1957, Garn 1968, Lavelle 1972 y Axelsson 1983) igual que el estudio de Marín 1993.

Hattab y cols. 1996, demostraron sobre población jordana, como los diámetros mesiodistales de estos, eran parecidos a los tamaños mesiodistales de los iraquíes, pero mayores que los tamaños dentarios de los chinos.

### **Poblaciones no caucásicas.**

Según Baillit 1975, los lapones presentaron incisivos laterales superiores más grandes en comparación con los incisivos centrales de otras razas.

Según Merz y cols. 1991, el tamaño mesiodistal de los dientes de la población negra era mayor que el de la población blanca para varios dientes como el canino superior, los premolares y el primer molar superior, a pesar de no haber diferencias para el incisivo central y lateral superior.

Según los resultados de los tamaños dentarios obtenidos por Marín y cols. 1993, estos eran más pequeños que los obtenidos por Barret sobre población australiana en 1963, por Bailit en 1968 sobre melanesios, por Kieser sobre los negros sudafricanos estudiados en 1987 ó por Richardson sobre 81 individuos de raza negra, Keene y Mackro sobre 133 negros norteamericanos en 1975, 1979 y 1979 respectivamente.

### **III.1.1.3- VARIACIONES SEGÚN EL SEXO.**

Las mujeres obtuvieron en general tamaños dentarios inferiores a los hombres en ambas denticiones, dato evidente en todos los estudios consultados y estadísticamente significativo (Moorrees 1957, Lavelle 1968, Sanin y Savara 1971, Keene 1979, Lysell 1982, Steigman 1982, Axelsson 1983, Ostos y Travesí 1989, Lanuza 1990 y Marín 1993, González-Cuesta y Plasencia 1994, Hattab 1996).

El diente que mayor diferencia de tamaño entre hombres y mujeres presentó fue el canino, el cual según Moorrees 1959, Knott y Meredith 1966, era un 6% mayor en hombres que en mujeres tanto en el diámetro mesiodistal como bucolingual.

Marín y cols. detectaron un porcentaje de un 4% mayor en hombres que en mujeres.

Ostos y Travesí 1989, encontraron el diente con mayor dimorfismo sexual, el canino tanto superior como inferior y el que menos el incisivo lateral inferior.

Los dientes que menor dimorfismo sexual presentaron fueron el premolar superior y el primer molar inferior según Marín y cols. 1993.

González-Cuesta y Plasencia 1994, observaron que el diente con mayor dimorfismo sexual era el canino tanto maxilar como mandibular.

### ***III.1.1.4- VARIACIONES SEGÚN LAS GENERACIONES.***

La visión de los cambios del tamaño dentario de una generación a otra es posible gracias a los estudios que se han realizado entre generaciones de una población determinada con el paso de los años.

Estos estudios son importantes, ya que si los valores de los tamaños dentarios no se revisan periódicamente pueden quedar obsoletos.

Lavelle en 1973, comparó los tamaños mesiodistales y bucolinguales de los dientes de individuos ingleses de dos generaciones diferentes y sucesivas, comprobando un aumento en los diámetros dentarios de los hijos respecto a los de los padres.

De igual manera que se producía un aumento de los tamaños mesiodistales, se observó una disminución en la longitud de arcada.

### **III.1.1.5- VARIACIONES SEGÚN LA TALLA FAMILIAR.**

El tamaño dentario puede verse afectado por factores genéticos.

España López en 1997, detectó una cierta tendencia hacia la reducción del tamaño mesiodistal de los dientes en una población de niños españoles que presentaban baja talla familiar aunque no resultó estadísticamente significativo.

De igual manera, Vallejo y cols. 1998, apreciaron una clara disminución del tamaño dentario en niños con retraso del crecimiento por baja talla familiar al realizar un estudio comparativo entre 49 de estos niños y 63 niños de estatura normal, lo cual hizo sospechar de la influencia de factores genéticos que condicionaban la reducción del tamaño dentario.

Los dientes más afectados de esta disminución del tamaño dentario fueron los primeros y segundos premolares superiores.

### **III.1.1.6- VARIACIONES SEGÚN SÍNDROMES.**

Determinados síndromes como el síndrome de Turner ó el de Down, cursan con alteraciones en el tamaño, en la forma e incluso en el número dentario cuando son comparados con poblaciones control.

Son muchos los autores que corroboran estas afirmaciones en los distintos trabajos publicados, Townsend 1983.

Shapira y cols. 2000, comparando una muestra de pacientes con síndrome de Down con una muestra control, observaron que los individuos con este síndrome, además de todas las características citadas anteriormente, presentaban una prevalencia notable de agenesias de los terceros molares, impactación de los caninos maxilares, así como transposiciones entre los caninos y primeros premolares superiores.

### **III.1.1.7- VARIACIONES ENTRE HEMIARCADAS.**

Las variaciones en los tamaños de dientes contralaterales ó asimetrías, son uno de los problemas que más afectan a la hora de lograr una oclusión dentaria correcta.

La aparición de estas asimetrías es atribuida a disturbios producidos por factores ambientales durante el desarrollo de la dentición permanente.

Muchos autores no observaron alteraciones del tamaño dentario significativas entre los dientes contralaterales: Moorrees 1957, Bailit 1968, Sanin y Savara 1971, Arya 1974, Moyers 1976, Lysell 1982, Ostos y Travesí 1989, Marín 1993, González-Cuesta y Plasencia 1994 y Hattab 1996.

Sin embargo, no todos los estudios obtienen los mismos resultados, ya que otros, sí encontraron diferencias entre los tamaños mesiodistales de los dientes de los lados derecho e izquierdo.

Ballard en 1944, basándose en un estudio sobre 500 modelos de estudio comprobó que un 90% de los dientes contralaterales presentaban discrepancias dentarias mayores de 0,25 mm, siendo estas diferencias mayores de 0,50 mm en algunos casos.

Los dientes que mas asimetrías presentaron según Ballard fueron los incisivos laterales superiores, los molares superiores, los primeros premolares y los caninos inferiores.

Keene en 1979, encontró que 11 de las 14 parejas de dientes tomadas de su muestra, mostraban diferencias menores de 0,1 mm, en un estudio sobre individuos negros norteamericanos.

Mackro y cols. 1979, hallaron sobre sujetos negros norteamericanos diferencias entre los tamaños dentarios de la parte derecha e izquierda menores de 0,5 mm en el 80% de los casos.

Potter y cols. en 1981, observaron que una de cada cuatro piezas en la población tagala, presentaba asimetrías dentarias.

Bishara en 1986, detectó diferencias significativas de tamaño entre la parte derecha e izquierda en 4 de las 12 parejas de dientes en población mejicana y en el 20% de norteamericanos.

### **III.1.1.8- VARIACIONES ENTRE LA POBLACIÓN MALOCLUSIVA.**

Mayoral 1969, Fastlicht 1970, Sanin y Savara 1971, Doris 1981, Plasencia 1982 y Gilmore 1984, hallaron diferencias en el tamaño dentario mesiodistal entre la población normo y maloclusiva.

El tamaño mesiodistal de los dientes de la población maloclusiva fue estadísticamente mayor que el de la población con oclusiones excelentes.

### III.1.2- TABLAS DE TAMAÑOS DENTARIOS.

Cuando los tamaños dentarios de una población aparecen ordenados en tablas por percentiles, podemos valorar el tamaño de una pieza concreta, buscando a que percentil pertenece la misma.

Algo parecido propuso Mayoral 1969, quien publicó unas cifras medias orientativas para poder diagnosticar una macrodoncia ó microdoncia dentaria.

Mayoral afirmó que cuando la suma de los tamaños mesiodistales de los cuatro incisivos superiores superaba los 32 mm, se trataba de un caso de macrodoncia a nivel anterior.

Era una valoración del tamaño mesiodistal de los incisivos respecto a datos estadísticos.

Igualmente, cuando la suma de los tamaños mesiodistales de los primeros, segundos premolares y primeros molares superaba los 31, 41 y 47 mm respectivamente, el paciente presentaba una macrodoncia a nivel posterior, pero si por el contrario, las cifras eran menores, se trataba de una microdoncia.

Estaba basado como anteriormente, en una valoración del tamaño mesiodistal respecto a datos estadísticos.

Pero realmente, este método de percentiles fue propuesto por los Ortodoncistas Sanin y Savara en el año 1971, quienes se basaron en un estudio realizado sobre 101 pacientes.

Ellos clasificaron los tamaños de los dientes en percentiles, tal y como observamos en la **Tabla 1**:

<b>Percentiles</b>	<b>Tamaños dentarios</b>
0 - 30	<i>Dientes pequeños</i>
30 - 70	<i>Dientes medios</i>
>70	<i>Dientes grandes</i>

**Tabla 1: Tamaños dentarios según los Percentiles de Sanin y Savara.**

El tamaño de cada uno de los dientes se trasladaba a una tabla y de esa manera, podían apreciar gráficamente si los dientes maxilares y mandibulares eran proporcionales entre sí ó por si por el contrario alguna pieza se apartaba respecto a las demás, pudiendo ser un factor de alteración local.

En 1972, Peck y Peck, propusieron un índice con su nombre, defendiendo la hipótesis de que la presencia de apiñamiento ó no en los dientes de un individuo, dependía de la forma de los incisivos inferiores, representándose como la relación existente entre el diámetro mesiodistal y el bucolingual de cada diente y expresado en porcentaje.

Estos autores recomendaban el remodelado de estos dientes para corregir las posibles desviaciones de la forma dentaria.

Como cifras de referencia para saber el tamaño ideal y cuando remodelar el diente, proponían los tamaños hallados como media más una desviación típica.

Por tanto, la fórmula del índice de Peck, nos dice el porcentaje que el diámetro mesiodistal representa respecto al diámetro lingual, tal y como vemos en la **Tabla 2**.

ÍNDICE PECK	MEDIDAS HALLADAS	MEDIDAS PROPUESTAS
INCISIVO CENTRAL	88,4 ± 4,3 %	88 - 92 %
INCISIVO LATERAL	90,4 ± 4,8 %	90 - 95 %

**Tabla 2: Índices de Peck.**

En la actualidad se duda de la validez del índice de Peck.

Otro índice de interés ortodóncico es el de Pont, que relaciona la suma de los diámetros mesiodistales de los incisivos con la anchura de la arcada dentaria.

Parece un índice poco fiable aunque hay autores que continúan con su utilización como Dalidjan y cols. 1995.

### III.1.3- PROPORCIONES DENTARIAS.

Saber el tamaño de un diente aislado en mm no tiene clínicamente ningún valor sino lo comparamos con otra medida de referencia.

Muchos autores desde hace años, han estado midiendo diferentes proporciones dentarias para localizar posibles discrepancias entre ellas.

Este tipo de análisis estudian los índices odontométricos los cuales son de tipo predictivo, a diferencia de otros de tipo descriptivo.

Los análisis predicen las posibilidades de una dentición concreta de alcanzar unas relaciones ideales.

Por lo tanto el resultado será cierto, si se cumplen las condiciones de oclusión ideal.

Uno de los primeros en realizar estas medidas fue Young quien en 1923, midiendo los tamaños mesiodistales de dos oclusiones ideales encontró 10 mm de diferencia entre el tamaño mesiodistal de los dientes superiores e inferiores en una de ellas, mientras que en la otra la diferencia era de 17 mm a favor de la arcada superior, presentando esta última una sobremordida mayor.

Más tarde, otros autores como los hermanos Schwarz 1929, Lux 1930, Ritter 1933, Seipel 1946 y Selmer-Olsen 1949, siguieron con las mediciones de las anchuras dentarias, encontrando buenas correlaciones entre los dientes superiores e inferiores en los casos con oclusiones ideales.

En 1937, Tonn basándose en un estudio sobre 50 pacientes con oclusiones excelentes, introdujo tres nuevos índices, uno para los incisivos, otro para los premolares y otro para el total de los dientes medido desde mesial del primer molar de un lado a mesial del otro, tal y como observamos en la **Tabla 3**.

ÍNDICES DE TONN	VALOR	DS	RANGO
INCISIVO (Inferior/Superior x 100)	74,1%	2,4	67 - 81%
PREMOLAR (Inferior/Superior x 100)	95,9%	2,1	90 - 102%
TOTAL (Inferior/Superior x 100)	92,5%	1,8	87 - 98%

**Tabla 3: Índices de Tonn.**

Lundstrom en 1944 (igual que Tonn 1937), basándose en un estudio sobre 395 pacientes con distintas maloclusiones halló otros tres nuevos índices que vemos resumidos en la **Tabla 4**.

Además, calculó un índice total distinto, basándose tan solo en 8 pacientes con oclusiones excelentes, consiguiendo un valor de 91,9%, con un rango de 87- 93%.

ÍNDICES DE LUNDSTROM	VALOR	DS	RANGO
ANTERIOR (Inferior/Superior x 100)	78,5%	2,1	73 - 85%
LATERAL (Inferior/Superior x 100)	95,3%	2,8	89 - 101%
TOTAL (Inferior/Superior x 100)	92,3%	2,1	88 - 98%

**Tabla 4: Índices de Lundstrom.**

## REVISION DE LA LITERATURA

---

Posteriormente, Neff en 1949 y 1957, Steadman en 1952, Cooper 1960, Bowles ó Bolton en 1958 y 1962, calcularon una serie de índices que servían como guía para conocer cuales eran las correctas proporciones dentarias entre dientes superiores e inferiores.

Neff en 1949, basándose en un trabajo sobre 200 pacientes con buenas oclusiones, midió el tamaño mesiodistal de los seis dientes anteriores superiores y los dividió entre los seis dientes anteriores inferiores, aportando su coeficiente anterior con un valor ideal medio entre 1,20 mm y 1,22 mm para una sobremordida del 20%.

Un valor de 1,17 mm correspondería a una relación incisal de borde a borde, mientras que un valor de 1,41 mm sería una situación de sobremordida completa.

Más tarde, en el año 1957, propuso el porcentaje del coeficiente anterior, en el que invertía los términos de la división y para el que encontró un valor medio de 79% con un intervalo entre el 73-85%.

Steadman, mientras tanto en el año 1952, ofreció una nueva fórmula para conseguir un resalte y una sobremordida correcta. Para ello, restó a la suma de la anchura de los incisivos centrales y laterales superiores y la mitad de los caninos superiores, la suma de los tamaños mesiodistales de los seis dientes anteriores mandibulares.

Pero para compensar que el arco mandibular era más pequeño, restó a la suma en la arcada superior la mitad del grosor del diámetro bucolingual de los incisivos centrales superiores medidos sobre el tercio incisal, mientras que a la arcada inferior, la añadió la mitad del grosor del diámetro bucolingual de los incisivos laterales inferiores.

$$\begin{aligned} & [(Suma diámetros MD de 21+12) + (1/2 diámetros MD de 3+3)] - \\ & (1/2 diámetro BL de 1+1) - [(Suma de los diámetros MD de 321+123) \\ & + (1/2 diámetro BL del 2-2)]. \end{aligned}$$

## REVISION DE LA LITERATURA

---

El resultado debía de ser 0 mm para presumir unas relaciones dentarias ideales.

Un valor de -2,0 mm significaba una relación borde a borde, mientras que una relación de +2,0 mm correspondería a una oclusión con aumento de resalte y sobremordida.

Ballard en 1956, determinó la cuantía de los porcentajes entre los seis dientes anteroinferiores y sus homólogos superiores, el rango debería oscilar entre el 75-90% para una sobremordida y resalte adecuados.

Esto se aplicó a la confección de prótesis completas.

Bowles 1958, estableció una nueva relación anterior con tan solo los incisivos de una y otra arcada y una relación posterior con los caninos y premolares de cada una de las arcadas.

Sus porcentajes fueron  $70,9 \pm 2,3\%$  para la relación anterior y  $96,6 \pm 1,5\%$  para la posterior.

Cooper en 1960, ideó una nueva fórmula de calcular la bondad de la relación anterior.

La fórmula propuesta era:

$$\begin{aligned} & (\text{Suma MD } 321+123) - [(\text{Suma MD } 321-123 + (\text{Suma MD } 4-4/2))] \\ & = 4 \pm 0,47 \text{ mm.} \end{aligned}$$

### III.1.4- ÍNDICE DE BOLTON.

Pero fue finalmente, Wayne A. Bolton quien desarrolló en el año 1958 y modificó posteriormente en 1962, el índice más sencillo y más utilizado hasta nuestros días.

Bolton realizó un estudio sobre 55 pacientes seleccionados de una amplia muestra con oclusiones ideales de Clase I de Angle, 44 de estos pacientes habían sido tratados con Ortodoncia, mientras que 11 de ellos no habían recibido ningún tipo de tratamiento ortodóncico previo.

El análisis del Índice de Bolton, denominado así en honor a su creador, se lleva a cabo midiendo la anchura mesiodistal de cada uno de los dientes permanentes.

Introdujo dos índices dentarios, uno al que denominó Índice de Bolton Anterior ó Parcial y otro al que llamó Índice de Bolton Posterior ó Total.

Además de estos dos índices, Bolton estudió otros parámetros como la proporción que guardan los segmentos bucales entre sí, el grado de sobremordida, el grado de resalte, los ángulos de los incisivos respecto al plano oclusal, la longitud de los incisivos y la altura cuspidea.

### III.1.4.1- CÁLCULO ÍNDICES DE BOLTON.

El Índice de Bolton Anterior es el porcentaje obtenido al sumar el tamaño mesiodistal de los 6 dientes anteriores mandibulares (de canino a canino) dividido entre el tamaño mesiodistal de los 6 dientes anteriores maxilares (de canino a canino).

Mientras que el Índice de Bolton Total es el porcentaje obtenido al dividir la suma del tamaño mesiodistal de los 12 dientes posteriores mandibulares (de primer molar a primer molar) entre el tamaño mesiodistal de los 12 dientes posteriores maxilares (de primer molar a primer molar).

En la **Tabla 5**, vemos reflejados los valores de cada uno de los Índices, el Anterior y el Total.

ÍNDICES DE BOLTON	VALOR	S. D	RANGO	S. E. M	C. V
ANTERIOR (Inferior/Superior x 100)	77,2%	1,65	74,5-80,4%	0,22	2,14%
TOTAL (Inferior/Superior x 100)	91,3%	1,91	87,5-94,8%	0,26	2,09%

**Tabla 5: Valores de los Índices de Bolton.**

A continuación, explicamos las variables que Bolton utilizó en su trabajo y que aparecen descritas en la **Tabla 5**:

#### **S. D- Desviación estándar.**

Esta es la constante que mide en términos absolutos la dispersión de la media.

### **S. E. M- Error estándar de la media.**

Predice el grado de variación que se espera de la media si el estudio fuera repetido sobre otras muestras similares.

### **C. V- Coeficiente de variación.**

Expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media. Para que esta sea estadísticamente significativa respecto a la media, el porcentaje del coeficiente de variación debe ser pequeño.

Una vez realizado el cálculo de los Índices, podemos encontrar ligeras anomalías tanto por defecto como por exceso.

Al disponer de dos Índices diferentes, es posible determinar si la alteración en el tamaño dentario se encuentra a nivel anterior ó a nivel posterior de la arcada dentaria ó en ambas.

Por tanto, pueden existir varias opciones para las alteraciones del Índice de Bolton:

- Un Índice de Bolton Anterior alterado y un Índice de Bolton Total normal, implicará una alteración en el tamaño de los dientes anteriores, mientras que el correcto tamaño de los dientes posteriores compensará la alteración anterior obteniendo un Índice de Bolton Total normal.
- Un Índice de Bolton Total alterado y un Índice de Bolton Anterior normal indicará que la discrepancia se localiza en los dientes posteriores exclusivamente, estando los dientes anteriores correctos.
- Por último, un Índice de Bolton Anterior y Total alterado indicará una alteración en el tamaño de los dientes anteriores y posteriores.

**III.1.4.2- LOCALIZACIÓN ALTERACION I. BOLTON ANTERIOR.**

El Índice de Bolton Anterior debe tener un valor de  $77,2\% \pm 1,65$ , indicando una relación sobremordida-resalte ideal, siempre y cuando exista una angulación de los incisivos correcta y un grosor labiolingual de los bordes incisales no excesivo.

- Si el Índice de Bolton Anterior excede de  $77,2\%$ , existe un exceso de material dentario inferior.

En este caso, deberemos localizar mediante las listas de Bolton de la **Tabla 7**, que valor ideal le correspondería a los 6 dientes anteriores mandibulares para el tamaño de los 6 dientes anteriores maxilares.

Una vez tengamos el valor ideal del tamaño de los 6 dientes anteriores inferiores, se lo restaremos al valor real de los mismos para obtener los mm de exceso de material dentario mandibular que tenemos, como observamos en la parte izquierda de la **Tabla 6**.

Relación Anterior $>77,2\%$	Relación Anterior $<77,2\%$
Max.6Real...corresponde...Mand.6Ideal	Mand.6Real...corresponde...Max.6Ideal
..... - ..... = .....	..... - ..... = .....
Mand.6Real Mand.6Ideal Exceso Inf.	Max.6Real Max.6Ideal Exceso Sup.

**Tabla 6: Localización de la alteración Índice de Bolton Anterior.**

- Si el Índice de Bolton Anterior es menor de 77,2% hay un exceso de material dentario superior.

En este caso, será el caso contrario y debemos localizar mediante las listas de tamaños dentarios de Bolton en la **Tabla 7**, que valor ideal le correspondería a los 6 dientes anteriores maxilares para el tamaño real de los seis dientes anteriores mandibulares.

Una vez tengamos el valor ideal del tamaño de los 6 dientes anteriores superiores, se lo restaremos al valor real de los mismos para obtener los mm de exceso de material dentario maxilar que tenemos, tal y como observamos en la parte derecha de la **Tabla 6**.

**III.1.4.3- TABLAS I. BOLTON ANTERIOR.**

A continuación en la **Tabla 7**, observamos las listas de los tamaños dentarios de Bolton citadas con anterioridad correspondientes a los seis dientes anteriores.

Estas listas son utilizadas para a partir del tamaño de los seis dientes anteriores maxilares, averiguar el tamaño que deberían tener los seis dientes anteriores mandibulares.

Con ello, lo que hacemos es calcular el exceso dentario inferior ó superior que tenemos.

PROPORCIÓN ANTERIOR(mm)					
MAX.6	MAND.6		MAX.6	MAND.6	
40,0	30,9		45,5	35,1	51,0
40,5	31,3		46,0	35,5	51,5
41,0	31,7		46,5	35,9	52,0
41,5	32,0		47,0	36,3	52,5
42,0	32,4		47,5	36,7	53,0
42,5	32,8		48,0	37,1	53,5
43,0	33,2		48,5	37,4	54,0
43,5	33,6		49,0	37,8	54,5
44,0	34,0		49,5	38,2	55,0
44,5	34,4		50,0	38,6	
45,0	34,7		50,5	39,0	

**Tabla 7: Tablas de tamaños dentarios de Bolton para la proporción anterior.**

**III.1.4.4- LOCALIZACIÓN ALTERACION I. BOLTON TOTAL.**

Un Índice de Bolton Total debe de ser de  $91,3\% \pm 1,91$ , indicando con ello una relación sobremordida-resalte ideal, siempre y cuando exista una angulación de los incisivos correcta y un grosor labiolingual de los bordes incisales no excesivo.

- Si el Índice de Bolton Total es mayor de  $91,3\%$ , la discrepancia se debe a un material dentario inferior excesivo.

En este caso, deberemos localizar mediante las listas de Bolton de la **Tabla 9**, que valor ideal le correspondería a los 12 dientes anteriores mandibulares para el tamaño de los 12 dientes anteriores maxilares.

Una vez tengamos el valor ideal del tamaño de los 12 dientes anteriores inferiores, se lo restaremos al valor real para obtener los mm de exceso mandibular que tenemos, tal y como observamos en la izquierda de la **Tabla 8**.

Relación Total $>91,3\%$	Relación Total $<91,3\%$
Max.12Real...corresponde...Mand.12Ideal ..... - ..... = .....	Mand.12Real...corresponde...Max.12Ideal ..... - ..... = .....
Mand.12Real Mand.12Ideal Exceso Inf.	Max.12Real Max.12Ideal Exceso Sup.

**Tabla 8: Localización de la alteración Índice de Bolton Total.**

- Si el Índice de Bolton Total es menor de 91,3%, la discrepancia se debe un exceso de material dentario superior.

En este caso, será el caso contrario, deberemos localizar mediante las listas de tamaños dentarios de Bolton de la **Tabla 9**, que valor ideal le correspondería a los 12 dientes anteriores maxilares para el tamaño de los 12 dientes anteriores mandibulares.

Una vez tengamos el valor ideal del tamaño de los 12 dientes anteriores superiores, se lo restaremos al valor real de los mismos para obtener los mm de exceso maxilar que tenemos, como observamos a la derecha de la **Tabla 8**.

### III.1.4.5- TABLAS I. BOLTON TOTAL.

A continuación en la **Tabla 9**, disponemos de las listas de los tamaños dentarios de Bolton citadas con anterioridad correspondientes a los doce dientes.

Estas listas son utilizadas para a partir del tamaño de los doce dientes maxilares, averiguar el tamaño que deberían tener los doce dientes mandibulares.

Con ello, lo que hacemos es calcular el exceso dentario inferior ó superior que tenemos.

PROPORCIÓN TOTAL(mm)							
MAX.12	MAND.12		MAX.12	MAND.12		MAX.12	MAND.12
85	77,6		94	85,8		103	94,0
86	78,5		95	86,7		104	95,0
97	79,4		96	87,6		105	95,9
88	80,3		97	88,6		106	96,8
89	81,3		98	89,5		107	97,8
90	82,1		99	90,4		108	98,6
91	83,1		100	91,3		109	99,5
92	84,0		101	92,2		110	100,4
93	84,9		102	93,1			

**Tabla 9: Tablas de tamaños dentarios de Bolton para la proporción Total.**

Pero la utilización del Índice de Bolton para la localización de la alteración de los tamaños dentarios, no es del todo real clínicamente, ya que cuando el Índice de Bolton tanto Anterior como Total está aumentado no se debe siempre a un material dentario inferior excesivo sino que puede deberse a un defecto del material dentario superior, que estas listas no contemplan.

De igual modo, cuando los índices están disminuidos, no siempre se debe a un exceso de material dentario superior sino que puede deberse a un defecto del material dentario inferior.

Es necesario saber esto con certeza, porque la finalización de un caso ortodóncico exigirá, en algunas ocasiones, la reducción del ancho mesiodistal en algún diente mediante desgaste interproximal del esmalte dentario ó stripping y en otras, la reconstrucción mesial y/o distal de los dientes cuyo tamaño sea proporcionalmente reducido.

Con este tratamiento, lograremos armonizar los tamaños dentarios superiores con los inferiores alcanzando los objetivos funcionales y estéticos deseados.

En estos casos, es muy conveniente que el paciente conozca de antemano la necesidad de una remodelación coronaria, bien por reducción ó reconstrucción, al finalizar el tratamiento de Ortodoncia.

Este Índice de Bolton tan solo puede medirse en presencia de todas las piezas permanentes erupcionadas, en el caso de existir molares temporales presentes en boca, será necesario esperar hasta la erupción de los premolares ó utilizar un método para realizar una predicción del tamaño dentario de los mismos.

### **III.1.4.6- RESULTADOS ÍNDICE DE BOLTON.**

Los datos aportados por Bolton 1958 y 1962, no coinciden con los obtenidos por Neff en 1957, probablemente porque este último utilizó una muestra con pacientes con diferentes maloclusiones mientras que Bolton empleó para su estudio pacientes con oclusiones ideales.

En una revisión de varios análisis odontométricos, Stifter en 1958, obtuvo idénticos valores a los hallados por Bolton, posiblemente porque los individuos de su estudio presentaban oclusiones ideales.

Los valores eran 77,55% para la relación anterior y 91,04% para la posterior.

Otros autores, han visto como los valores ideales de Bolton no se ajustaban a todas las razas y poblaciones.

Lavelle, basándose en un estudio del año 1972, afirmó que la población negra tenía Índices de Bolton Anteriores y Totales mayores que la población blanca ó asiática.

También concluyó afirmando que los Índices eran siempre mayores en hombres que en mujeres independientemente de la raza.

Richardson y Malhotra en un trabajo de 1975 sobre individuos de raza blanca y negra, encontraron grandes diferencias al aplicar un índice similar al Índice de Bolton pero que incluía los segundos molares.

El índice total era de 94% el cual difería bastante del Índice Total de Bolton de 91%. Sin embargo, el valor del índice anterior era similar al del Índice de Bolton Anterior, lo cual explicaba según ellos, que las diferencias de tamaños dentarios de los individuos negros y blancos de debían fundamentalmente a alteraciones en los tamaños de los dientes posteriores.

Más tarde Crosby y Alexander 1989, revisaron estos Índices de Bolton en una muestra de 109 pacientes con distintas maloclusiones, siendo los resultados muy similares a los de Bolton y Stifter sobre individuos con oclusiones ideales, aunque con mayores desviaciones estándar.

Estos autores afirmaron de igual modo que no existía relación entre el tipo de maloclusión de Angle y el Índice de Bolton.

Plasencia y Canut 1989, en un trabajo sobre 138 individuos que poseían oclusiones idéales ó excelentes, encontraron unas medias para el Índice de Bolton mayores que las dadas por Bolton en su estudio, para el Índice de Bolton Anterior obtuvieron una media de  $78,3\% \pm 2,50$  y para el Total de  $91,9\% \pm 2,10$ .

Un año después, Plasencia y González-Cuesta 1990, basándose en otro estudio sobre 491 modelos de estudio con distintas maloclusiones, coincidieron con los hallazgos de Alexander al afirmar que no existían diferencias estadísticamente significativas entre las Clases de Angle y el valor del Índice de Bolton.

Los valores medios respecto al Índice de Bolton obtenidos eran ligeramente más altos solo para el Índice Anterior. Los resultados obtenidos mostraban un valor del Índice de Bolton Anterior de  $78,53\% \pm 3,13$  y de  $91,15\% \pm 2,60$  para el Total.

Alkofide 2002, al realizar un estudio sobre 240 pacientes con diferentes maloclusiones, llegó a las mismas conclusiones que Plasencia afirmando que no existía relación entre el tipo de maloclusión y el Índice de Bolton, aunque existía una pequeña excepción para la relación entre el Índice de Bolton Anterior y la Clase III de Angle.

Estas afirmaciones eran contrarias a la de Nie 1999 y Araujo 2003, quienes tras realizar un trabajo sobre 300 pacientes con distintas maloclusiones, afirmaron que los individuos con Clases I y III de Angle, presentaban mayores alteraciones del Índice de Bolton que aquellos con maloclusiones de Clases II y además concluyeron igual que Alkofide 2002, afirmando que las maloclusiones de clase III tenían más discrepancias en el Índice de Bolton Anterior.

Ta 2001, observó como las maloclusiones de Clase II y III presentaban valores para el Índice de Bolton diferentes a los de las Clases I en la muestra estudiada por ellos.

Fernández-Riveiro y Suárez-Quintanilla 1995, en un trabajo sobre 200 individuos con distintas maloclusiones, encontraron Índices de Bolton Anterior y Total distintos a los dados por Bolton 1958, Crosby-Alexander 1989 y González-Plasencia 1990 originalmente, IBA = 80,62% y IBT = 93,39%.

Otros autores como Smith en el año 2000, basándose en un estudio comparativo sobre 180 pacientes sin tratar de Ortodoncia de distintas razas, negros, blancos e hispanos, detectó diferencias significativas en el Índice Anterior y Total de Bolton, lo que sugiere que deberían existir unos estándares adecuados para cada tipo de población y raza.

De la misma manera, encontró diferencias significativas para ambos sexos, afirmando que los parámetros considerados como normales para el Índice de Bolton, pueden única y exclusivamente aplicarse a mujeres de raza blanca.

Heudens 2000, detectó los mismos valores para el Índice de Bolton Total pero distintos para el Índice de Bolton Anterior en su muestra, posiblemente por la variación que existía en los tamaños dentarios de los dientes anteriores.

Ta 2001, afirmó que los valores ideales del Índice de Bolton no pueden aplicarse a individuos con maloclusiones de Clase II ó III de la muestra seleccionada por ellos.

Santoro 2000, encontró diferentes valores para el Índice de Bolton, IBA = 78,1% y IBT = 91,2%.

### III.1.5- PROPORCION DIVINA Ó AUREA (DE ORO).

Existe una proporción clásica entre distintos tipos de longitudes y volúmenes que ya fue descrita en la época griega por Euclides y que Kapler ya denominó “proporción divina” ó también llamada “proporción de oro”.

Aplicado a una línea recta, postuló una relación recíproca entre dos segmentos que debían mantener una proporción matemáticamente calculada para que resultara estética y equilibrada.

Cuando la relación entre la parte más grande era 1,618 veces mayor que la pequeña, podíamos afirmar que estaban en “proporción áurica” y que existía una armonía en las proporciones que Euclides determinó con valor matemático y que era observable en las propias medidas de la naturaleza y del cuerpo humano.

Esta relación resultaba ser agradable para el ojo humano, por ello, fue ampliamente usada por Fidias y por otros artistas y arquitectos.

En el campo de la Odontología, Lombardy 1973 y Levin 1978, lo aplicaron a las proporciones dentales.

Para que existiese una correcta oclusión dentaria con belleza y funcionalidad, debían estar en “proporción de oro” el tamaño de los dientes superiores e inferiores.

Ricketts en 1981 describió su propia proporción, a la que llamó “proporción divina”, la cual era medida con un calibre que él denominaba “golden divider”, el cual una vez abierto poseía un lado largo y otro más corto, el largo medía 1,618 veces el corto, mientras que este era 0,618 el largo.

Esta relación (1:1,618) que se llamaba Phi y que se identificaba con el símbolo griego  $\Phi$ , se basaba en leyes físicas, geométricas y matemáticas que se podían aplicar tanto a los dientes como a los huesos y tejidos blandos.

A la hora de estudiar los dientes, estableció varias relaciones:

- El total de los incisivos inferiores debían mantener una relación áurica con los dos incisivos centrales superiores.
- La siguiente relación, era la que guardan los incisivos laterales superiores con los incisivos centrales superiores.
- Otra relación, era la que guardaban las caras vestibulares de los primeros premolares superiores con los incisivos laterales superiores.

Pero existían otras relaciones áuricas:

- La anchura de los cuatro incisivos inferiores con la anchura intercanina medida entre las dos cúspides de los caninos superiores.
- La anchura desde la parte mesial del segundo molar superior con la anchura intercanina superior anterior.
- La anchura entre los caninos inferiores medida desde su cara distal con los primeros molares inferiores medido desde las cúspides vestibulares.

Al año siguiente 1982, Ricketts estudió la relación de crecimiento de la mandíbula con la espina logarítmica “Phi”, donde relacionó estructuras cefalométricas en proporción áurea.

En 1992, otro estadounidense, Haeger, basándose en un trabajo sobre 92 modelos de estudio de pacientes tratados ortodóncicamente, publicó un nuevo índice al que denomina ITRI (Ideal Tooth Relationship Index).

Este, valoraba la relación anterior, posterior, intraarcada e interarcada de los dientes de cada paciente.

Zeising y Hambidge, afirmaron que la proporción en el cuerpo humano no es aquella que encontramos en segmentos iguales uno a uno, sino 1: 1,618, proporción que desde hace miles de años el hombre logró decodificar.

Esta proporción áurea sigue estando de actualidad hoy en día, ya que autores como Marcuschamer 2003, ha publicado un estudio realizado sobre 37 individuos seleccionados entre 500 estudiantes, defendiendo la medición de estas proporciones como método universal para todo tipo de población y para realizar antes de comenzar los tratamientos de Ortodoncia.

### III.2- DIMENSIONES DE LA ARCADA DENTARIA.

Las dimensiones de la arcada que hemos estudiado son: la anchura y la longitud de arcada.

#### III.2.1- ANCHURA DE LA ARCADA.

Para valorar la anchura de las arcadas se toma como referencia las distancias entre dientes homólogos derechos e izquierdos, aunque el punto exacto donde se coloca el instrumento de medición sobre el diente varía según los autores consultados.

Los incrementos en la anchura de la arcada sufridos desde los 3 a los 18 años son similares en ambos sexos (Moorrees 1959).

Las anchuras de la arcada suelen ser generalmente mayores en hombres que en mujeres (Goldstein y Stanton 1935, Holcomb y Meredith 1956, Brown 1983).

Goldstein y Stanton 1935, observaron mayor fluctuación en la curva de crecimiento de la anchura de la arcada en hombres que en mujeres.

Alió, Lara y Palma 1998, sobre 106 adultos, encontraron los mismos resultados; dimensiones de arcadas dentarias mayores en hombres que en mujeres.

De igual manera detectaron valores mayores para la arcada superior que para la inferior.

Los resultados de su estudio afirmaron que las dimensiones de la arcada dentaria de menor a mayor resultaron con la siguiente distribución: distancia bicanina, distancia bipremolar, distancia bimolar y longitud de arcada.

A continuación, vamos a valorar los cambios en la anchura de dos zonas distintas de la arcada dentaría: la anchura bicanina y la anchura bimolar.

### **III.2.1.1- ANCHURA BICANINA.**

La anchura bicanina es considerada por la mayoría de los autores como la distancia lineal entre las cúspides de los caninos contralaterales. En caso de existir facetas de desgaste sobre dichos caninos, se toma como punto de referencia el centro de dichas superficies de desgaste.

En la región intercanina, se produce un aumento de 5 mm para la arcada superior y de 3,5 mm para la arcada inferior desde el momento del nacimiento hasta los 2-3 años de edad según Sillman 1964.

De los 3 años a los 5 años, no se producen prácticamente cambios, Barrow y White 1952 y Moorrees 1959.

Con posterioridad, en el momento de la erupción de los incisivos permanentes se produce un segundo aumento en la anchura de 4 mm en la arcada superior y de 3 mm en la inferior, Barrow y White 1952 y Moorrees 1959.

En el momento de la erupción de los caninos permanentes, se produce un nuevo aumento tan solo en la arcada superior de 2 mm, Moorrees 1965 y Cohen 1940.

Después de la erupción de los caninos, casi todos los autores no encuentran cambios en la anchura bicanina y algunos de ellos incluso encuentran un descenso ligero en la misma, Barrow y White 1952 y Moorrees 1959.

Alió, Lara y Palma en 1998, ante la falta de estudios sobre las dimensiones de la arcada dentaria en adultos, estudiaron una muestra de 106 individuos adultos españoles, además posteriormente, Alió, Lara y Calatayud 1999 realizaron otro estudio comparativo entre las arcadas dentarias de estos individuos y sus tipos faciales (braquifacial, mesofacial y dolicofacial), afirmando que no existían diferencias significativas en la anchura bicanina entre los tres tipos faciales.

Resultados que diferían de los obtenidos por Bishara en 1985 y Dalidjan en 1995, quienes sí encontraron diferencias entre dichos tipos faciales al estudiar las dimensiones de arcadas dentarias entre distintas poblaciones.

### **III.2.1.2- ANCHURA BIMOLAR.**

La anchura bimolar es uno de los parámetros que más variaciones ofrece a la hora de realizar su medición.

Estas mediciones pueden realizarse de distintas formas:

- Distancia entre los centros de los dientes homólogos.

Distancia lineal entre las fosas centrales de los primeros molares permanentes. Ofrece problemas de medición en los casos que los molares presenten grandes obturaciones que no respeten la anatomía del molar y donde la fosa esté desaparecida.

Es la distancia bimolar realizada por Lavelle, Flinn y Foster en sus respectivos estudios.

- Máxima distancia.

Distancia lineal entre los puntos más salientes y alejados de los molares medidos en sus caras vestibulares.

Esta anchura se verá influenciada por el diámetro bucolingual del propio molar.

Es la distancia considerada por Knott en su estudio de 1972 y Dekock en 1972.

Es la anchura bimolar medida en el presente trabajo realizado por nosotros.

- Mínima distancia.

Distancia lineal entre los puntos medidos en la unión de la cara lingual del molar con la encía del paciente.

Considerada en sus estudios por Brown, Abbott y Burgess en 1983 y 1987 respectivamente.

- Distancia media entre la mínima y la máxima distancia.

Es la media entre las dos distancias anteriores.

Es la utilizada por Lavelle, Flinn, Foster y Hamilton 1970 y Lanuza en 1990 en sus estudios respectivos.

- Vértices cúspides mesiolinguales de los molares.

Distancia lineal entre los puntos más sobresalientes de las cúspides mesiolinguales de los molares.

Para Moorrees en 1959, era la anchura bimolar ideal y utilizada en sus trabajos.

En condiciones normales, la anchura bimolar sufre un incremento de alrededor de 1,5 mm habiendo posteriormente una disminución de la misma entre los 11 y 15 años de edad, Barrow y White 1952 y Brown 1983.

Sillman 1964, afirmó que la anchura bimolar no variaba a partir de los 14 años de edad, encontrando que la anchura bimolar mandibular era siempre mayor que la maxilar.

Cohen en 1940, detectó que la arcada de las mujeres, sobre todo la mandibular, era mas ancha a nivel posterior y mas estrecha a nivel anterior que las arcadas de los hombres.

En el estudio comparativo mencionado con anterioridad realizado por Alió, Lara y Calatayud en 1999 entre 106 individuos adultos españoles con distintos tipos faciales, no encontraron diferencias significativas en la anchura bimolar entre los tres tipos faciales.

### III.2.2- LONGITUD DE LA ARCADA.

Uno de los puntos de mayor interés clínico del análisis de modelos es el cálculo de la longitud de arcada.

La falta de espacio en la arcada dentaria ha sido una de las primeras preocupaciones del Ortodoncista y lo sigue siendo hasta hoy en día.

En primer lugar, vamos a definir el término longitud de arcada ya que cada autor realiza una medición de la arcada dentaria de manera diferente.

Cohen en 1950, midió la distancia desde mesial del canino a distal del segundo premolar.

Lavelle en 1971, diferenció entre la longitud directa, como la suma de las distancias entre los centros de todas las piezas consecutivas y otra medición oblicua que se desglosaba en tres: desde mesial del incisivo central a distal del canino, desde mesial del canino a distal del primer molar y desde mesial del incisivo central a distal del primer molar, pero tan solo para una sola hemiarcada.

Canut en 1989, introdujo el término de “longitud de arcada clínica” como la distancia geométrica medida sobre los puntos de contacto de los dientes posteriores y los bordes incisales de los dientes anteriores, desde el punto mesial del primer molar permanente de un lado hasta el punto mesial del primer molar permanente del lado contralateral, distancia que expresa el espacio disponible para albergar los 10 dientes anteriores.

Existen muchas técnicas para la medición de la longitud de arcada, pero las más utilizadas son básicamente dos.

La primera y más utilizada consiste en dividir la arcada dentaria en cuatro segmentos lineales que puedan medirse como tramos rectos, Proffit 1986.

## REVISION DE LA LITERATURA

---

Los dos segmentos posteriores abarcan desde mesial del primer molar a distal del incisivo de cada uno de los lados y los dos anteriores desde distal del incisivo a la línea media interincisiva.

Estos segmentos deben medirse con un instrumento de medición puntiagudo, bien con un compás de puntas afiladas ó con un calibre de puntas finas especial para la medición de dientes.

Se trata de una técnica muy fiable pero laboriosa de realizar.

La segunda, consiste en la utilización de un alambre de latón que se adapta a la forma de la arcada desde mesial del primer molar de un lado hasta el lado contralateral, Nance 1947.

Reenderezando el alambre, su dimensión rectilínea representa la longitud de arcada.

Como señalaba Currier 1969, la utilización de las puntas de las cúspides vestibulares, las palatinas ó las fosas centrales, puede ocasionar distintas formas geométricas. Esta es una técnica exacta pero también muy laboriosa de realizar.

Otra tercera técnica, no muy utilizada, es la descrita por Musich y Ackerman en 1973, con el uso de una cadeneta colgante de un calibrador especial denominado catenómetro, el cual, una vez colocado sobre la arcada del paciente, establece una curva catenaria sobre la forma del arco.

Se trataba de un método rápido y fiable para establecer la longitud de arcada denominado “método de la cadeneta colgante”.

Otro procedimiento poco usado es el descrito por Beazley 1958, en el cual se utilizaba una forma de arco ideal para cada paciente con sus puntos de contacto.

A esta línea de arcada ideal, se trasladaba una medición hecha con un compás y se observaba la discrepancia entre la forma de la arcada ideal y la real.

## REVISION DE LA LITERATURA

---

Los estudios recientes y actuales ya apuntaban a la medición de la longitud de arcada con *Métodos Digitales* asociados a programas informatizados.

A continuación, vamos a dividir en etapas los cambios en las longitudes de las arcadas.

Desde el nacimiento hasta los 2 años de edad, se trata de un periodo poco estudiado por los autores, Sillman 1964, observó un incremento en la longitud de arcada de 2 mm por año.

Entre los 4-6 años de edad Barrow, White 1952 y Moorrees 1957, encontraron un descenso de 0,03 mm provocado por el cierre de los espacios entre los dientes temporales.

Entre los 6-12 años de edad, Barrow, White 1952, Moorrees 1957 y Reed, detectaron por un lado un aumento de 1 mm en la arcada superior debido a la erupción de los incisivos permanentes superiores y a su inclinación hacia vestibular y por otro, un descenso de 1,2 mm en la longitud de la arcada inferior.

Entre los 12-13 años de edad, Barrow, White 1952 y Moorrees 1957 observaron una pérdida de 0,25 mm en ambas arcadas, debido a la exfoliación de los molares temporales y a la migración a mesial de los primeros molares permanentes ocupando el espacio de deriva.

Entre los 17-18 años de edad, se continúa con la pérdida de longitud de arcada debida a varios factores:

- Cierre de espacios entre los dientes permanentes.
- Inclinación hacia lingual de los incisivos.
- Desgaste interproximal de los dientes producido por la edad.

### III.3- CÁLCULOS.

#### III.3.1- DISCREPANCIA OSEODENTARIA.

La discrepancia oseodentaria es la diferencia entre la longitud de arcada y la suma total del diámetro mesiodistal de los dientes.

Si la longitud de arcada es mayor que la suma de los diámetros de los dientes, existirá lógicamente un espaciamiento con una discrepancia oseodentaria positiva, pero por el contrario si la longitud de arcada es menor que la suma de los diámetros de los dientes, nos encontraremos ante un apiñamiento con una discrepancia oseodentaria negativa.

Según Proffit 1994, esto, está basado en dos suposiciones importantes:

- Que la posición anteroposterior de los incisivos es la correcta, sin existir protrusiones ni retrusiones.
- Que el espacio disponible no variará con el crecimiento.

### **III.3.2- DIFERENCIAS ARCADAS DENTARIAS.**

Sirven para comparar la forma de la arcada superior e inferior de cada paciente.

#### **III.3.2.1- DIFERENCIAS LONGITUD DE LA ARCADA.**

Según los resultado obtenidos por Lanuza 1990, las diferencias eran mucho mayores en la longitud de arcada a nivel anterior, es decir entre los incisivo centrales y caninos que a nivel posterior.

#### **III.3.2.2- DIFERENCIAS ANCHURA BICANINA Y BIMOLAR.**

Según los resultado obtenidos por Lanuza 1990, las mayores diferencias en la anchura entre la arcada superior e inferior, se apreciaron a nivel de los caninos (4,79 mm) y las menores a nivel de los segundos premolares (0,25 mm).

### **III.3.3- COCIENTE ANCHURAS ARCADAS DENTARIAS.**

Harris, Smith y Lanuza, 1980, 1982 y 1990 respectivamente, en estudios realizados sobre modelos de estudio, introdujeron un nuevo cálculo al que denominaron “cociente de las anchuras superior y inferior de las arcadas”.

Es una manera de valorar la forma de la arcada del paciente. Consiste en hallar el cociente entre la anchura bicanina y la anchura bimolar intraarcada x 100, tanto para la arcada superior como para la inferior.

Los resultados de los cocientes de las anchuras de las arcadas según Lanuza 1990, eran de 70,55% para la arcada superior y de 59,44% para la arcada inferior.

### III.4- EVOLUCION EN LAS MEDICIONES DENTARIAS.

Tradicionalmente, las mediciones de los tamaños de los dientes y en concreto de sus máximos diámetros mesiodistales, se realizaban por métodos manuales utilizando distintos tipos de instrumentos dentarios.

#### III.4.1- TIPOS DE INSTRUMENTOS.

A la hora de tomar las mediciones dentarias sobre el modelo de escayola existen varios instrumentos de medición y varias posibilidades que pasamos a describir a continuación:

- **COMPÁS.**

Instrumento estándar de acero inoxidable para la medición de distancias. Suele tener una apertura máxima de alrededor de 5-6 mm entre sus puntas.

- **REGLA MILIMETRADA.**

Instrumento estándar recto de acero inoxidable para la medición de distancias. Tiene indicación de mm y de  $\frac{1}{2}$  de mm. Existen de varios tipos.

- **CALIBRE TRADICIONAL (PIE DE REY).**

Instrumento de acero inoxidable con puntas más pequeñas, redondeadas y curvas con mejor acceso para la medición de dientes. Tiene una escala indicadora con una sensibilidad de décimas de mm. Existen de varios tipos. También denominado pie de rey.

- MICROMETRO.

Instrumento de acero inoxidable para la medición de distancias, sobre todo de diámetros. Suele medir distancias cortas. Existen de varios tipos.

- CALIBRE DIGITAL.

Calibrador igual al tradicional pero con la obtención de los mm de manera digital.

Existen de varios tipos y modelos. Tiene una sensibilidad de centésimas de mm.

### III.4.2- EVOLUCIÓN DE LAS MEDICIONES.

La mayoría de los autores han tomado como objeto de sus mediciones los modelos de escayola del paciente, Moorrees en 1959, Knott en 1972, Lavelle en 1975, Harris y Smith en 1980, Ostos y Travesí 1989, Lanuza 1990, Marín 1993, González-Cuesta y Plasencia 1994, han usado el calibre dental citado con anterioridad como instrumento de medición.

Moyers en 1972, empezó usando un calibrador tipo Boley, de dimensiones más reducidas para medir el máximo diámetro mesiodistal de cada diente, aunque posteriormente pasó a utilizar otro tipo de instrumento especial llamado optocón, el cual consiste en un microscopio montado sobre una tabla móvil donde va sujeto el modelo de escayola a medir.

Paralelamente, otros autores tomaban estas medidas dentarias directamente sobre la boca del paciente prescindiendo de los modelos de escayola, Seipel en 1946, Holcomb y Meredith en 1956 y Mills en 1964, utilizando un compás de puntas finas cuya información trasladaban a una regla milimetrada.

Lundstrom 1943, realizaba una combinación al medir por un lado, incisivos y caninos directamente en boca, mientras que los molares y premolares eran tomados de los modelos de escayola ya que las diferencias entre las medidas directas ó indirectas eran insignificantes.

La mayoría de los autores elegía como punto de referencia para sus mediciones los propios dientes, ya sea en la boca del paciente directamente ó sobre sus modelos de escayola, aunque Sillman 1964, tomaba como referencia para sus mediciones las arrugas palatinas del paciente.

Posteriormente, Ades y cols. 1990, pasaron a utilizar otro tipo de calibre para realizar las mediciones en sus estudios, un calibre especial llamado tipo Helios, el cual disponía de unas puntas finas y con una exactitud de 0,05 mm.

Pero con la evolución de la fotografía, estas medidas dentarias pasaron a realizarse sobre las fotografías de la arcada dentaria ó sobre fotocopias del modelo de escayola del paciente, Brown y cols. en 1983, Speck en 1950, Richardson y Brodie en 1964.

Uno de los primeros artículos que aparecen en la literatura sobre la utilización de un programa informático para el análisis de los modelos de estudio fue el de Begole 1979 y 1981, quien propuso la medición de los tamaños dentarios, la longitud de arcada, las anchuras bicaninas y bimolares, así como el Índice de Bolton. Begole 1977, utilizaba fotografías de los modelos de estudio para poder realizar estas mediciones con en el programa diseñado.

Rudge 1982, introdujo otro programa informático en el cual usaba un lector electrónico X-Y para ejecutar todas las medidas citadas con anterioridad.

Pero la mayor parte de los artículos que aparecen en la literatura, se refieren a estudios realizados sobre fotocopias de los propios modelos de estudio.

Paralelamente, Yen 1991, fue uno de los primeros autores en proponer la digitalización de las fotocopias de los modelos de estudio junto con la utilización de un programa informático de diseño propio que le permitía averiguar los tamaños mesiodistales de los dientes, la longitud de arcada, la discrepancia oseodentaria, así como las anchuras bicaninas y bimolares superiores e inferiores.

En este trabajo, Yen, no realizó ninguna comparación con otro *Método* de medición ni aportó ningún dato estadístico.

Bennet y McLaughlin 1997, describieron la utilización de un programa informático al que denominaron Boltonizer®.

Este programa, una vez los datos de los tamaños dentarios estaban introducidos, permitía hacer una serie de cálculos de manera automática como el Índice de Bolton y la discrepancia oseodentaria.

Pero además, el programa tenía otras opciones como la de calcular la distancia a la cual deben ir colocados los “hooks”, aditamentos muy utilizados en la técnica descrita por Bennet y McLaughlin.

Proffit en 1994, afirmó que las imágenes fotocopiadas obtenidas eran fáciles de interpretar y muy exactas.

De Echave en el año 2001, también basándose en un estudio comparativo entre la discrepancia oseodentaria de la arcada dentaria realizada sobre 20 fotocopias de los modelos y medida sobre los mismos 20 modelos de estudio de escayola, obtuvo resultados de gran fiabilidad aunque no eran compartidos por otros autores como Champagne y Schirmer 1992 y 1997 respectivamente.

Champagne 1992, realizó su estudio sobre 10 pacientes midiendo tan solo la anchura bicanina, bimolar y la longitud de arcada.

Schirmer 1997, basándose en un estudio sobre 20 pacientes afirmó que el método de medición sobre fotocopias resultaba impreciso en ocasiones, debido a varias causas como: pasar una imagen de tres dimensiones a otra de dos, la forma de la curva de Spee, la estructura convexa de la arcada, la inclinación y posición de los dientes.

Con el gran desarrollo y la incorporación de la imagen digital ya sea con un escáner de sobremesa ó con las cámaras digitales, son muchos los autores que digitalizan las imágenes de los modelos para realizar diversas medidas.

Con la llegada de los programas informáticos a las clínicas de Ortodoncia, aparecieron nuevos métodos de medida basados en el análisis digital en dos dimensiones (2D) de las imágenes obtenidas.

Rivero y cols. 1998, propusieron la utilización del escáner convencional para la digitalización de los modelos de estudio para el posterior análisis del oclusograma, así como los tamaños dentarios, longitud de arcada e Índice de Bolton y su aplicación en el diagnóstico de los pacientes susceptibles de cirugía ortognática.

Carter y cols. en el mismo año 1998, utilizaron un *Método Digital* llamado Optimas® para la medición de la anchura, la profundidad y el perímetro de las arcadas dentarias y para poder evaluar los cambios longitudinales de las mismas en una muestra de 82 modelos de estudio de escayola.

Gouvianaski y cols. 1989, fueron de los primeros en utilizar la fotografía digital de modelos de escayola combinada con el ordenador para realizar distintas mediciones dentarias sobre 159 modelos de estudio pretratamiento y los respectivos modelos postratamiento.

Trankmann y cols. 1990, a partir de la utilización de mesas digitalizadoras, midieron determinados puntos en los modelos de escayola, método que ya habían utilizado previamente Huddart y cols. con fotocopias de los modelos en 1971.

Ho y Freer 1999, cambiaron los calibres tradicionales por calibres digitales tipo Mitutoyo® con el que incorporaban las mediciones directamente a una base de datos de un programa informático digital, que recibía el nombre de GATWD®.

El programa permitía de manera automática calcular índices de proporciones dentarias, hacer comparaciones con tablas predeterminadas, así como localizar asimetrías y la cantidad de material dentario existente tanto por exceso como por defecto. Aunque no lo comparó con ningún otro *Método* de medición.

De la misma manera y utilizando estos mismos calibres digitales, Rhee y Nahm en el año 2000, realizaron un estudio sobre 69 pacientes no tratados de Ortodoncia, donde midieron los tamaños mesiodistales de los dientes tanto a nivel incisal como cervical y determinaban si existía alguna relación con el apiñamiento dentario.

Mok y Cooke, en el año 1998, efectuaron un trabajo comparativo sobre 47 modelos de estudio de escayola, utilizando por un lado un nuevo *Método Digital* para tratar los modelos digitalizados y por el otro el calibre digital para realizar las mediciones directamente sobre el modelo de escayola.

Las conclusiones de este estudio fueron que el *Método Digital* era menos exacto que la utilización de los calibres.

Redmond 2001, introdujo un nuevo *Método Digital* para la medición de los tamaños dentarios y el cálculo de parámetros como el Índice de Bolton.

Este nuevo sistema, se basaba en una captación de la imagen de los modelos de estudio en tres dimensiones, destruyendo los modelos a continuación.

Tomassetti y cols. ese mismo año 2001, realizaron un estudio sobre 22 modelos de estudio, uno de los primeros estudios comparativos entre tres *Métodos de medición Digitales* disponibles en el mercado y ampliamente utilizados sobre todo en Estados Unidos, Nemoceph®, Orthocad® y el sistema HATS®, con el *Método Tradicional* de medición dentaria con un calibre.

Las conclusiones fueron que los *Métodos Digitales* eran mucho más rápidos de ejecutar pero debían ser aun perfeccionados.

Ellos utilizaron estos *Métodos Digitales* para el cálculo del Índice de Bolton Anterior y Total.

Un ortodoncista italiano, Garino 2002, efectuó sobre 40 pacientes que iban a recibir tratamiento de Ortodoncia, un nuevo trabajo comparativo entre el *Método Digital* Orthocad® para la medición dentaria y el *Método Tradicional*, concluyendo que el *Método Digital* era más sensible y exacto, además de presentar la ventaja de solucionar el problema del almacenamiento físico de los modelos de escayola, conclusiones idénticas a las de Zilberman 2002, sobre 20 modelos creados de manera artificial especialmente para su estudio.

Otro trabajo realizado sobre 53 pacientes en el año 2002 por McKeown y cols., propuso la utilización de la fotografía digital junto a un programa informático para medir los tamaños dentarios de pacientes que presentan hipodoncia dentaria.

En este estudio en 2D, los modelos eran montados sobre una superficie plana y las imágenes eran captadas individualmente por su superficie vestibular y oclusal por una cámara digital colocada paralelamente a dicha superficie.

Una vez las imágenes quedaban introducidas en el programa, se realizaban una serie de mediciones como el perímetro y área de la arcada dentaria, así como el máximo diámetro mesiodistal, bucolingual y oclusolingival de cada diente.

En este mismo año 2002, Sandler y cols., explicaron las ventajas e inconvenientes de la utilización de la radiografía y la fotografía digital, así como la última incorporación; los modelos de estudio digitales.

## REVISION DE LA LITERATURA

---

Las principales ventajas de la fotografía digital eran:

- Posibilidad de visualizar la imagen en el momento de la realización con posibilidad de modificarla, repetirla ó enseñarla al paciente en el momento.
- Ahorro en el coste de películas y revelado.
- Espacio necesario para almacenar las imágenes digitales muy pequeño.
- Copias de las imágenes de manera inmediata sin coste económico.
- Capacidad de transmisión de las imágenes a cualquier lugar del mundo y de manera inmediata.
- Ausencia de deterioro de las imágenes con el paso del tiempo como ocurre con las radiografías ó las diapositivas.

Respecto a la radiografía digital, las ventajas que presentaba eran:

- Posibilidad de visualizar las radiografías y diagnosticar de inmediato.
- Muy buena calidad de las radiografías.
- Fácil manejo.
- Reducción de la dosis de radiación hasta un 70%.
- Ausencia de película ó líquidos reveladores.
- Posibilidad de modificar el brillo, contraste y saturación de la imagen de la radiografía para ayudarnos a la mejor visualización de estructuras anatómicas.
- Posibilidad de aplicar algún programa cefalométrico para localizar los puntos anatómicos y realizar el análisis cefalométrico deseado de manera automática.

Posteriormente, Paredes, Gandia y Cibrian a principios del año 2003, en un trabajo sobre 20 pares de modelos de estudio demostraron la exactitud, fiabilidad, rapidez y sencillez de un nuevo *Método Digital*, ORTODIG®, de diseño propio propuesto para la medición de los tamaños dentarios comparándolo con el *Método de medición Tradicional*.

Además de estos estudios para la medición de los tamaños dentarios así como el cálculo del Índice de Bolton, otros autores utilizaron estos *Métodos Digitales* para el cálculo de otra serie de parámetros como el Índice de Little.

Uno de los últimos artículos de la literatura, Tran 2003, realiza un estudio comparativo entre la medición del Índice de Little con calibres tradicionales y con un *Método Digital*, afirmando que el *Método Digital* es una opción muy buena para esta medición.

Según una encuesta realizada en España a principios del año 2003 y citada con anterioridad, un 90% de los Ortodoncistas exclusivos españoles consultados, afirmaron no usar ningún *Programa Digital* informatizado para la medición de parámetros sobre los modelos de estudio de escayola rutinariamente.

Sin embargo, muchos de los programas digitales existentes, se limitan a dar una información sobre la discrepancia de forma generalizada sobre un grupo de dientes y no de cada uno de ellos de manera individualizada.

Hoy en día, existen varios programas informáticos con la opción de digitalizar los modelos de estudio para realizar las mediciones de los tamaños de los dientes sobre las imágenes obtenidas de manera precisa y más rápida.

Una vez los datos quedan introducidos, es posible realizar todos los cálculos deseados.

Son varios los *Métodos Digitales* que analizan los modelos de estudio de Ortodoncia, Nemoceph® de Nemotec®, HATS® (Hamilton Arch Tooth System), JOE 32® comercializado por RMO®, Orthometric® de Navimetric®, Orthocad®.

Estos son algunos de los programas más utilizados en España y en Estados Unidos, que permiten no solo el análisis digital de los modelos de estudio sino la realización de análisis cefalométrico.

Algunos de ellos, solicitan al profesional el envío de las impresiones ó los modelos de estudio del paciente, siendo la propia empresa, la encargada de la digitalización de los mismos con su posterior destrucción y la remisión por consiguiente de las imágenes obtenidas, evitando de esta manera al profesional el almacenamiento físico de modelos.

Existe la posibilidad de reproducir la imagen digital del modelo a diferentes materiales como la escayola, el acrílico u otros materiales en el caso de estar interesado.

Todo esto nos hizo plantearnos la posibilidad de poner a punto un *Método* propio de medición que aprovechando la tecnología digital de adquisición de imágenes de la arcada dentaria y el correspondiente programa informático desarrollado por nosotros, nos permitiese de una forma rápida, sencilla y sobre todo exacta, medir los tamaños mesiodistales de los dientes, las anchuras bicaninas, bimolares y la longitud de arcada además de obtener de forma automática el Índice de Bolton, la discrepancia oseodentaria, las diferencias, el cociente de la arcada y las asimetrías.

### **III.5- PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS EN DENTICIÓN MIXTA.**

Conocer el tamaño de los dientes no erupcionados, caninos y premolares, en dentición mixta, ha sido desde siempre un claro objetivo de la Ortodoncia, ya que se trata de un pilar básico a la hora de realizar un correcto diagnóstico y plan de tratamiento de las maloclusiones en este momento.

Son muchos los autores que han llegado a diversas formulas más ó menos exactas y/o complicadas de realizar para la predicción de los tamaños dentarios, Nance, Moorrees, Hixon y Oldfather, Moyers, Tanaka y Johnston, Bishara y Staley, Ostos y Travesí, De Paula, Oliveira Almeida y Lee, Fernández-Riveiro, Otero-Cepeda y Suárez-Quintanilla y Plasencia y González-Cuesta.

Además, son muchos los que en sus trabajos han publicado diferentes revisiones bibliográficas y comparaciones de todos los métodos existentes para predecir el tamaño de dientes no erupcionados, Zilberman 1977, Gardner 1979, Staley 1980, Marín, Alió, Cacho y Palma 1993, Irwin 1995, Plasencia 1996, Fernández-Riveiro, Otero-Cepeda y Suárez-Quintanilla 1996.

A principios del siglo pasado, los clínicos basaban la predicción de los tamaños dentarios en diferentes tablas de anchuras medias, siendo las más conocidas y utilizadas las tablas de Black 1897, a pesar de que no especificara sobre que tipo de población estaban basados los tamaños dentarios de dichas tablas.

En ocasiones, estas tablas no eran apropiadas para determinados individuos.

Pero, la búsqueda de la exactitud hizo que aparecieran otros nuevos métodos que podemos clasificar en tres grupos:

- MÉTODOS BASADOS EN ECUACIONES DE REGRESIÓN.
- MÉTODOS BASADOS EN MEDICIONES INDIRECTAS SOBRE RADIOGRAFÍAS.
- MÉTODOS QUE COMBINAN ELEMENTOS DE LOS DOS ANTERIORES.

### III.5.1- MÉTODOS BASADOS EN ECUACIONES DE REGRESION.

Dentro del grupo de métodos basados en ecuaciones de regresión, la mayoría de los autores toman como dientes de referencia los incisivos inferiores, ya que los incisivos superiores y debido al incisivo lateral superior, son mucho más variables en cuanto al tamaño dentario.

Algunos trabajos muestran combinaciones de tamaños dentarios como punto de referencia para la predicción dentaria.

Seipel 1946, fue el primero que publicó un método para la predicción del tamaño de dientes no erupcionados para población caucasiana, aunque los coeficientes de correlación obtenidos entre el incisivo central inferior y el canino, primer y segundo premolar inferiores, fueron bajos, de  $r = 0,53$ ,  $r = 0,57$  y  $r = 0,38$  respectivamente.

Ballard y Wylie en 1947, basándose en 441 individuos con toda la dentición permanente erupcionada, compararon la suma de los cuatro incisivos inferiores permanentes con la suma de los caninos y premolares no erupcionados.

La suma de los incisivos fue de  $23,84 \pm 0,08$  mm y la del canino y los premolares de  $21,97 \pm 0,06$  mm.

El coeficiente de correlación obtenido fue de  $r = 0,64$  y la ecuación resultante de  $x = 9,41 + 0,527y$  para población caucasiana, donde la "x" es la suma de los diámetros mesiodistales de caninos y premolares y la "y" la suma de los incisivos inferiores.

El error de su método era de un 10%. Para evitar la utilización de la ecuación obtenida en cada individuo, propuso un gráfico de predicción sobre un eje de coordenadas en el que conociendo la variable independiente "x", podemos llegar a la variable dependiente "y".

Moorrees y Reed, en 1954 y 1964, a partir 184 niños norteamericanos, confeccionaron unas tablas de correlación en las que conociendo el tamaño de los incisivos inferiores permanentes, se podía predecir el tamaño de los caninos y premolares no erupcionados del mismo maxilar para población caucasiana.

El coeficiente de correlación obtenido era bajo, mostrando la gran variación individual. Se utilizaron diferentes análisis para hombres y mujeres debido a la diferencia significativa de los tamaños de los dientes entre ellos.

Singh y Nanda en 1972, observaron que los valores de los tamaños mesiodistales de los dientes de la población india eran diferentes a los de la población caucasiana, afirmación que coincide con otros autores.

El método más utilizado y conocido aunque uno de los más inexactos, es el Método de Moyers introducido en 1963 y modificado posteriormente en 1973.

Según este, basado en un número inespecífico de individuos, existe una proporcionalidad razonablemente buena entre el tamaño de los incisivos inferiores permanentes ya erupcionados y el de los caninos y premolares que aun no lo han hecho.

Por ello, obtuvo unas ecuaciones de regresión que tabuló en percentiles realizando unas únicas tablas para hombres y para mujeres que se aplicaban a niños blancos estadounidenses, las cuales además iban ordenadas por niveles de confianza.

La utilización de unas mismas tablas para hombres y mujeres lleva a errores importantes, ya que el tamaño de los dientes es diferente entre ambos sexos y estadísticamente significativo.

Teóricamente, siempre se debería elegir el nivel de confianza del 50%, pero en la práctica clínica es más útil el de 80%, para que la sobrepredicción nos proteja al calcular unos tamaños dentarios mayores a los reales.

## REVISION DE LA LITERATURA

---

Se mide el valor del tamaño de los incisivos permanentes inferiores y con ese valor se busca el valor en las tablas que le corresponde para el tamaño de los caninos y premolares superiores e inferiores no erupcionados.

Este método, desarrollado en la universidad de Michigan (USA), obtiene un coeficiente de correlación bajo entre la predicción y el valor real de  $r = 0,621$ , además de sobrestimar ligeramente el tamaño de los dientes no erupcionados en el 85,6% de los casos al 75% de confianza (2,0 mm).

Esta técnica tiene las ventajas de que puede usarse tanto en la arcada superior como inferior y la facilidad de realización mientras que presenta el inconveniente de que tan solo puede aplicarse en niños blancos estadounidenses.

Tanaka y Johnston en 1974, obtuvieron gracias a 506 modelos de estudio, unas fórmulas de regresión lineal unas tablas parecidas a las de Moyers, estableciendo unas reglas fáciles de memorizar:

$\frac{1}{2}$  Anchura mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores + 10,5 mm =  
Anchura estimada de canino y premolares inferiores.

$\frac{1}{2}$  Anchura mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores + 11,0 mm =  
Anchura estimada de canino y premolares superiores.

Este método obtiene un coeficiente de correlación entre la predicción y el valor real de  $r = 0,645$ .

Tiende a sobrestimar ligeramente el tamaño de los dientes no erupcionados en un 81,7%(0,8 mm).

Ostos y Travesí 1989, confeccionaron unas tablas predictivas aplicables a nuestra población.

Estos autores obtuvieron unos coeficientes de correlación de  $r = 0,54$  y de  $r = 0,57$  para la arcada superior e inferior respectivamente.

Plasencia y Canut 1989, ese mismo año, propusieron la utilización por cada clínico de una base de datos formada por sus propios pacientes que permitía obtener unas ecuaciones propias.

En un trabajo posterior, en el año 1996, Plasencia y González-Cuesta afirmaron que al utilizar las distintas fórmulas de modelos de regresión para hombres que para mujeres, el error obtenido era mayor en los hombres, mientras que si se utilizan modelos de regresión iguales para ambos sexos, los errores eran iguales, permitiendo usar los mismos intervalos de error.

Fernández-Riveiro, Otero-Cepeda y Suárez-Quintanilla 1996, aplicaron el método ya conocido de Moyers sobre una muestra de 200 pacientes maloclusivos residentes en Galicia.

Las correlaciones obtenidas entre los incisivos y los sectores laterales ( $r = 0,54$  y  $r = 0,60$ ) fueron consideradas elevadas por los autores. Estos autores, al igual que Moyers, confeccionaron unas tablas de probabilidad de tamaños dentarios con diferentes intervalos de confianza.

Legovic y cols. 2003, en un estudio sobre 120 individuos, calcularon unas ecuaciones de regresión para la predicción de tamaños dentarios de caninos y premolares gracias a los incisivos y molares, con coeficientes de correlación de  $r = 0,78 - 0,79$  en niñas y de  $r = 0,84 - 0,85$  en niños.

### III.5.2- MÉTODOS BASADOS EN RADIOGRAFIAS.

El segundo grupo de estudios para predecir el tamaño de caninos y premolares no erupcionados, son aquellos basados en mediciones indirectas sobre radiografías.

Uno de los primeros autores en introducir este tipo de análisis fue Nance, quien en 1947 propuso un nuevo sistema para predecir el tamaño de dientes no erupcionados mediante radiografías.

Para este método era necesaria una imagen radiológica sin distorsiones, que era más fácil de conseguir con placas intraorales individuales que con radiografías panorámicas.

Incluso en las radiografías periapicales era complicado obtener una imagen no distorsionada del canino lo cual limitaba la exactitud de esta técnica.

De igual manera, era difícil la medición de los premolares no erupcionados cuando estos se encontraban rotados, aunque Nance proponía la medición del diente contralateral en estos casos.

En cualquier radiografía era necesario compensar la ampliación de la imagen radiológica. Esto se conseguía midiendo el molar temporal ya erupcionado tanto en la boca del paciente como en la radiografía.

Por ello, era posible establecer una relación proporcional:

$$\frac{\text{Anchura real Molar Temporal}}{\text{Anchura radiológica Molar Temporal}} = \frac{\text{Anchura real Premolar}}{\text{Anchura radiológica Premolar}}$$

El error obtenido era de 2,2 mm (10,5%) y dependía de la calidad de la radiografía y de la posición del diente en el arco. Esta técnica podía usarse en cualquiera de los arcos y en cualquier grupo étnico.

Foster y Wylie en 1958, compararon dos métodos diferentes de predicción de tamaños dentarios: el método de Ballard y Wylie y la medición sobre radiografías tomadas con la técnica del cono largo sobre 72 niños durante un intervalo de 10 años.

Ambos métodos tenían diferencias entre los dientes predichos y reales de +3,9 y de 4 mm y de -5,7 mm y de -1,6 mm respectivamente.

Bull en 1959, observó tras realizar un trabajo sobre pacientes en dentición mixta como el grado de magnificación radiológica estaba directamente relacionado con la distancia foco-placa. Encontró un incremento en el tamaño dentario entre 2,3 y 3,3%.

Sin embargo, Zilberman 1977, detectó un incremento mayor que variaba entre el 8,1% y 16,5%.

Posteriormente, De Paula, Oliveira Almeida y Lee en 1995 introdujeron una nueva técnica donde se utilizaban radiografías cefalométricas tomadas con el eje del cefalostato posicionado a 45° respecto al foco de rayos X, para la medición indirecta del canino y de los premolares inferiores.

De esta manera y en teoría, la rama mandibular estaría paralela a la placa de la radiografía y la magnificación sería baja.

Este método ofrece fórmulas separadas de regresión para hombres y mujeres.

### III.5.3- MÉTODOS COMBINADOS.

Dado que el principal problema de las radiografías era obtener una buena imagen del canino, parecía razonable medir el tamaño de los incisivos inferiores permanentes sobre el modelo de escayola y el de los premolares no erupcionados sobre las radiografías periapicales para predecir el tamaño de los caninos.

Dentro de este tercer grupo, donde se encontraban los métodos que combinaban elementos de los dos anteriores, el más representativo era el que propusieron Hixon y Oldfather en 1958, quienes elaboraron una gráfica basada en 41 niños, en la cual se podía obtener directamente la anchura de los caninos a partir de la suma de los incisivos y de los premolares.

El método fue revisado posteriormente por Bishara y Staley en 1984, aumentando la correlación de los anteriores debido posiblemente a la inclusión de mediciones indirectas de los dientes a predecir y a la utilización de más exactos instrumentos de medición, aun sin suponer una modificación substancial.

Esta técnica era considerada la más fiable por todos los autores, aunque tenía algunos inconvenientes como que tendía a predecir el tamaño de los dientes no erupcionados con un error sistémico de reducción (0,154 mm), que puede usarse solo en la arcada inferior y en niños de raza blanca, que por supuesto eran necesarias las radiografías, siendo además un procedimiento largo de realizar.

Este método obtenía el coeficiente de correlación más elevado entre la predicción y el valor real siendo de  $r = 0,884$ .

Ingervall y Lennartson 1978, a diferencia de otros autores no encontraron correlación entre el tamaño de los incisivos inferiores y los caninos y premolares no erupcionados.

Más tarde, Staley-Shelly 1979, desarrollaron otras ecuaciones de predicción maxilar y mandibular diferenciando el sexo de los individuos.

Posteriormente, aparecieron una serie de autores que compararon los trabajos ya existentes.

Kaplan 1978, comparó tres métodos: Hixon y Oldfather, Moyers y Tanaka y Johnston utilizando una muestra de 104 niños.

Los coeficientes de correlación encontrados fueron  $r = 0,884$ ,  $r = 0,621$  y  $r = 0,645$  respectivamente.

Las tablas elaboradas con los distintos valores de los tamaños mesiodistales de los dientes, mostraron una ecuación:  
 $y = 0,6931 + 1,0386x$ .

Gardner 1979, analizó cuatro métodos: Nance, Hixon y Oldfather, Moyers y Tanaka y Johnston con una muestra de 41 niños.

Los mejores resultados fueron para la combinación del método de Nance y Hixon y Oldfather, la cual presentó un coeficiente de correlación de  $r = 0,939$ .

Staley y cols. 1979, estudiaron diferentes métodos que usaban mediciones sobre radiografías y sobre los modelos de estudio, concluyendo que el mejor método era el de Hixon y Oldfather.

Encontraron muchos mejores resultados cuando las predicciones se hacían por separado para hombres y para mujeres, división que no había sido realizada por Hixon y Oldfather en su procedimiento.

Debido a que el tamaño mesiodistal de los dientes varia enormemente entre las distintas poblaciones y razas(Seipel 1946, Lundstrom 1954, Moorrees 1957, Barret 1963, Lavelle 1972, Baillit 1975, Moyers 1976, Richardson, Keene y Mackro 1975, 1979 y 1979 respectivamente, Lysell 1982, Kieser 1987, Ostos y Travesí 1989, Merz 1991 y Marín 1993), muchos autores han demostrado por un lado que estas ecuaciones no se cumplen para todas las razas por igual y por otro, han introducido nuevas fórmulas individualizadas para cada una de las diferentes poblaciones.

Al-Khadra 1993, en un trabajo sobre población arábica, afirmó que ni las tablas de Moyers ni el método de Tanaka y Johnson se cumplían para dicha población ya que sobrepredecían los tamaños dentarios.

Schirmer y Wiltshire 1997, introdujeron unas nuevas tablas de tamaños dentarios para individuos de raza negra con descendientes africanos, basándose en los incisivos inferiores permanentes y tomando como referencia las tablas de Moyers.

Posteriormente, Yuen 1998, realizó el mismo tipo de estudio pero basándose en las ecuaciones de Tanaka y Johnston para una muestra de individuos chinos.

Lee-Chan y cols. ese mismo año 1998, también tomando como referencia las ecuaciones de Tanaka y Johnston, obtuvieron unas nuevas fórmulas de regresión para una población asio-americana.

Más tarde, Jaroontham y Godfrey 2000, con una muestra de pacientes residentes en Tailandia, elaboraron unas ecuaciones de regresión individualizadas comparándolas con las tablas de Moyers, afirmando que estas no se podían utilizar para predecir el tamaño de caninos y premolares no erupcionados.

Nourallah y cols. 2002, introdujeron unas nuevas fórmulas de regresión para una población siria, con las ecuaciones de Tanaka y Johnston.

Realizaron una comparación entre la predicción obtenida entre los incisivos inferiores permanentes y la suma de los incisivos centrales inferiores permanentes y los primeros molares superiores, este segundo procedimiento era más exacto para predecir el tamaño de caninos y premolares.

El *Método Digital* que se propone en este trabajo, pretende, una vez comprobada su reproductibilidad para la medición de tamaños dentarios, la predicción del diámetro mesiodistal de los dientes no erupcionados mediante unas listas de tamaños dentarios introducidas en el Programa, así como la utilización de unos dientes de referencia para poder realizar una interpolación adecuada.

Se trata de un *Método Digital* que no puede clasificarse en ninguno de los tres tipos de estudios citados con anterioridad.

**IV- OBJETIVOS.**

## OBJETIVOS

---

Los **OBJETIVOS** que nos planteamos en nuestro estudio son los que se enumeran a continuación:

- 1) Desarrollar un *Método de Medición Digital* basado en un Programa informático de diseño propio que permita, a partir de la digitalización de las arcadas dentarias representadas por sus modelos de escayola, determinar las dimensiones de todos los dientes que han hecho erupción, así como realizar otras mediciones directas como la anchura bicanina, bimolar y la longitud de cada arcada.
- 2) Implementar el *Método Digital* para que permita obtener de forma automática medidas indirectas de interés diagnóstico como los Índices de Bolton Anterior y Total, identificando aquellos valores que se encuentran fuera de los valores establecidos por Bolton como normales.
- 3) Implementar el *Método Digital* para obtener de forma automática parámetros de interés ortodóncico, como la discrepancia oseodentaria superior e inferior, la diferencia en la longitud de arcada, en la anchura bicanina y en la anchura bimolar, así como el cociente de anchura de la arcada dentaria y las asimetrías en los tamaños dentarios existentes.
- 4) Comparar el *Método Digital* con el *Método Tradicional* de medición tanto para las medidas directas como indirectas, descritas anteriormente.

## OBJETIVOS

---

Una vez está comprobada la eficacia, rapidez, exactitud y sencillez del *Método Digital*, los **OBJETIVOS** de nuestro trabajo son:

- 5) Predecir el tamaño ideal de los dientes permanentes no erupcionados en dentición mixta.  
Dado que en cada individuo existe una relación entre sus tamaños dentales, se pretende determinar el tamaño de todos los dientes a partir del conocimiento del tamaño de alguno ó algunos de los dientes de más temprana erupción.
  
- 6) Comparar la predicción realizada por los diferentes dientes de referencia, con los valores reales de los dientes medidos sobre el modelo de escayola digitalizado y así determinar qué diente ó que combinación de dientes de referencia permite obtener una mejor aproximación.

**V- MATERIAL Y MÉTODOS.**

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

---

El **MATERIAL Y MÉTODOS** de la presente Tesis Doctoral lo hemos dividido en los siguientes apartados:

### **V- MATERIAL Y MÉTODOS.**

#### **V.1- MATERIAL.**

#### **V.2- TIPOS DE DATOS DE LA MUESTRA.**

##### **V.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.**

##### **V.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.**

- V.2.2.1- ÍNDICES DE BOLTON ANTERIOR Y TOTAL.*
- V.2.2.2- DISCREPANCIAS OSEODENTARIAS.*
- V.2.2.3- DIFERENCIAS ARCADAS DENTARIAS.*
  - V.2.2.3.1- DIFERENCIAS LONGITUD DE ARCADA.*
  - V.2.2.3.2- DIFERENCIAS ANCHURA BICANINA.*
  - V.2.2.3.3- DIFERENCIAS ANCHURA BIMOLAR.*
- V.2.2.4- COCIENTES ANCHURAS ARCADAS DENTARIAS.*
- V.2.2.5- ASIMETRÍAS DENTARIAS.*

##### **V.2.3- TAMAÑOS DENTARIOS PREDICHOS.**

#### **V.3- MÉTODOS.**

##### **V.3.1- MÉTODO TRADICIONAL.**

- V.3.1.1- MEDIDAS DIRECTAS.*
  - V.3.1.1.1- TAMAÑOS MESIODISTALES DE LOS DIENTES.*
  - V.3.1.1.2- ANCHURAS BICANINAS.*
  - V.3.1.1.3- ANCHURAS BIMOLARES.*
  - V.3.1.1.4- LONGITUDES DE ARCADA.*
- V.3.1.2- MEDIDAS INDIRECTAS.*

### **V.3.2- MÉTODO DIGITAL.**

- V.3.2.1- DIGITALIZACIÓN DE LOS MODELOS.*
- V.3.2.2- CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DISEÑADO.*
- V.3.2.3- FUNCIONAMIENTO DEL MÉTODO DIGITAL.*
- V.3.2.4- CALIBRADO DE LOS MODELOS DIGITALIZADOS.*
- V.3.2.5- MEDIDAS DIRECTAS.*
  - V.3.2.5.1- TAMAÑOS MESIODISTALES DE LOS DIENTES.*
  - V.3.2.5.2- ANCHURAS BICANINAS.*
  - V.3.2.5.3- ANCHURAS BIMOLARES.*
  - V.3.2.5.4- LONGITUDES DE ARCADA.*
- V.3.2.6- MEDIDAS INDIRECTAS.*

### **V.3.3- APLICACIÓN MÉTODO DIGITAL PARA PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS.**

- V.3.3.1- LISTAS DE TAMAÑOS DENTARIOS DEL MÉTODO DIGITAL.*
- V.3.3.2- DIENTES DE REFERENCIA.*

### **3.4- METODOS ESTADÍSTICOS.**

- 3.4.1- DATOS CORRELACIONADOS.*
- 3.4.2- COMPARACIÓN PROPORCIONES DOS POBLACIONES.*
- 3.4.3- AJUSTE RECTA POR MÍNIMOS CUADRADOS. RECTA DE REGRESIÓN.*
- 3.4.4- DISPERSIÓN AJUSTE. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.*

### V.1- MATERIAL.

El material utilizado en este trabajo para la realización de las mediciones dentarias consistió en:

1- Modelos de escayola que formaban parte de los registros iniciales de los pacientes y que se tomaron a los individuos susceptibles de recibir tratamiento de Ortodoncia.

Estos modelos se obtuvieron a partir de impresiones de alginato de ambas arcadas dentarias del paciente realizadas por distintos operadores. El vaciado de las impresiones, efectuado por varios operadores también, se hizo con escayola blanca de Ortodoncia siguiendo las técnicas habituales.

Una vez los modelos se hubieron vaciado, fueron recortados siguiendo las características propuestas por el American Board of Orthodontists (ABO) que exige:

- Bases de los modelos simétricas y paralelas entre sí.
- Bordes posteriores perpendiculares a la línea sagital media de la arcada que suele visualizarse de manera sencilla, ya que forma el rafe palatino medio en la arcada superior de la mayoría de los pacientes.
- Extremos de los modelos con unos ángulos predeterminados.
- Los modelos recortados en máxima intercuspidación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Los criterios de inclusión de los modelos de escayola fueron:

- Todos los pacientes debían presentar dentición permanente de primer molar a primer molar superior e inferior en el momento de la exploración y de la toma de registros.
- Buena calidad de los modelos de estudio seleccionados con una buena definición anatómica, tanto de las partes blandas como de las duras.

Esto dependía tanto de una buena técnica de la toma de impresión con el alginato, como de una técnica correcta de vaciado sin poros ni ningún otro elemento que alterara las estructuras anatómicas y por consiguiente las futuras mediciones a realizar sobre ellos.

- Se admitieron, pequeñas restauraciones oclusales que no comprometieran las caras interproximales, mesial y distal de los dientes.
- Discrepancias oseodentarias inferiores a 6 mm, tanto en sentido positivo como negativo, para disminuir la dificultad de medición de los diámetros mesiodistales y de la longitud de arcada.
- Se aceptaron maloclusiones con ligeras rotaciones, diastemas y apiñamientos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Los criterios de exclusión de los modelos de escayola fueron:

- Pacientes que presentaban dentición mixta en el momento de la exploración y de la toma de registros.
- Mala calidad de los modelos de estudio.
- Discrepancias oseodentarias superiores a 6 mm, tanto en sentido positivo como negativo, que dificultaran las mediciones.
- Presencia de alteraciones en el número de piezas, tanto por disminución; agenesias ó extracciones, como por aumento del mismo; dientes supernumerarios.
- Presencia de alteraciones en la morfología dentaria como hiperplasias e hipoplasias, dientes bigeminados e incisivos laterales conoides.
- Presencia de alteraciones en el tamaño dentario como macrodoncias, microdoncias e incisivos laterales conoides.
- Presencia de grandes destrucciones, atricciones, fracturas ó restauraciones que pudieran alterar el diámetro mesiodistal de los dientes. Tampoco se admitieron reconstrucciones protésicas como coronas ó puentes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Seleccionamos con estas características una muestra con un total de 100 pacientes con sus correspondientes pares de modelos de estudio de escayola de Ortodoncia para el presente trabajo.

Todos ellos presentaban características que facilitaban las mediciones para poder validar la bondad del *Método* propuesto

2- Un calibrador dental de medición dentaria de acero inoxidable y puntas finas, modelo P.1078.15 de la Casa Leone® con sensibilidad de décimas de mm también fue utilizado para la realización de esas mediciones siguiendo el *Método Tradicional*.

3- Un escáner convencional de sobremesa tipo Hewlett Packard Scan Jet II Cx/T que fue utilizado para digitalizar todos los modelos de estudio.

4- Papel milimetrado para la colocación alrededor de los modelos en el momento de la digitalización y de la realización del calibrado de cada uno de ellos.

5- *Programa Digital* diseñado por nosotros junto a un ordenador personal portátil Pentium 4 marca Fujitsu Siemens para el almacenamiento de todas las imágenes digitalizadas y la ejecución las medidas directas con el *Método Digital*.

### V.2- TIPOS DE DATOS DE LA MUESTRA.

#### DATOS GENERALES.

Los 100 pacientes a los que se les tomó la impresión de sus arcadas dentarias, corresponden a un grupo de individuos adolescentes residentes en la Comunidad Valenciana.

De cada individuo se registró su nombre y apellidos, 36 de ellos procedían de la clínica del Master de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de Valencia, mientras que los 64 restantes de dos clínicas privadas de Ortodoncia.

La distribución por sexo fue de 30 mujeres y 70 hombres, con una edad decimal media de 14,8 años (rango 11,2-22,7 años) similar entre ambos sexos como muestra la **Tabla 1**.

DATOS	EDAD		
	TOTAL	MUJERES	HOMBRES
MEDIA	14,8 AÑOS	14,9 AÑOS	14,6 AÑOS
RANGO	11,2-22,7 AÑOS	11,3- 21 AÑOS	11,2-22,7 AÑOS

**Tabla 1: Distribución del sexo de los pacientes del estudio.**

De los 100 pacientes considerados, 74 no habían recibido ningún tratamiento previo de Ortodoncia, mientras que 26 habían sido tratados ortodonicamente sin extracciones ni empleo de técnicas de reducción de material dentario. Por otro lado, 79 individuos presentaban una Clase I molar y 21 una Clase II molar, no existiendo ningún sujeto con Clase III molar.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

### DATOS ESPECIFICOS PARA EL ESTUDIO.

#### V.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.

Son todas aquellas medidas que se obtienen al hacer mediciones directamente sobre los dientes:

- Tamaños dentarios.
- Dimensiones de las arcadas.

2a- Anchura de la arcada (Bicanina y bimolar).

2b- Longitud de arcada.

La realización de estas medidas diferirá entre el *Método Tradicional y Digital*, por lo que indicaremos la forma específica de obtención en cada caso.

#### V.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.

Son todas aquellas mediciones ó cálculos que se obtienen como resultado de las anteriores.

- Índice de Bolton Anterior y Total.
- Discrepancia oseodentaria.
- Diferencias entre longitud de arcada.
- Diferencias entre la anchura bicanina.
- Diferencias entre anchura bimolar.
- Cociente entre la anchura posterior y la anterior de la arcada dentaria.
- Asimetrías de los dientes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Respecto de estas medidas indirectas, la obtención será idéntica por ambos *Métodos de medición*. Únicamente existirá un mayor grado de automatización en el caso del *Método Digital* como indicaremos posteriormente.

Por tanto, detallaremos a continuación, la forma de obtención de cada una de estas medidas en general.

### V.2.2.1- ÍNDICES DE BOLTON ANTERIOR Y TOTAL.

El Índice de Bolton Anterior es el porcentaje que resulta de dividir la suma de todos los diámetros mesiodistales desde el canino de un lado al canino del otro lado en la arcada inferior entre la suma de todos los diámetros mesiodistales desde el canino de un lado al del otro lado en la arcada superior.

Mientras que el Índice de Bolton Total es el porcentaje que se calcula dividiendo la suma de todos los diámetros mesiodistales desde el primer molar de un lado al del otro lado en la arcada inferior entre la suma de todos los diámetros mesiodistales desde el primer molar de un lado al del otro lado en la arcada superior.

Las proporciones dadas por Bolton como ideales en su estudio son la que aparecen a continuación en la **Tabla 2**.

ÍNDICE DE BOLTON	VALOR	D. S	RANGO	S. E. M	C. V
ANTERIOR	77,2%	1,65	74,5-80,4%	0,22	2,14%
TOTAL	91,3%	1,91	87,5-94,8%	0,26	2,09%

**Tabla 2: Resultados Índice de Bolton Anterior y Total (Wayne Bolton 1958).**

### ***V.2.2.2- DISCREPANCIAS OSEODENTARIAS.***

Las discrepancias oseodentarias miden la diferencia entre la longitud de arcada total y la suma de los diámetros mesiodistales de todos los dientes, tanto hacia el lado positivo como negativo.

Este valor nos indicará la cantidad de espacio disponible en la arcada para albergar los dientes.

### ***V.2.2.3- DIFERENCIAS ARCADAS DENTARIAS.***

Estas diferencias sirven para comparar la forma de la arcada superior e inferior de cada paciente.

De este modo, determinaremos varias diferencias que describimos a continuación.

#### ***V.2.2.3.1- DIFERENCIAS LONGITUD DE ARCADA.***

Se obtienen restando a la longitud de la arcada superior, la longitud de la arcada inferior.

Por lo tanto, hallamos un único valor de la diferencia de la longitud de arcada.

### ***V.2.2.3.2- DIFERENCIAS ANCHURA BICANINA.***

Se calculan restando la anchura bicanina de la arcada inferior a la anchura bicanina de la arcada superior.

De esta forma, logramos un único valor de la diferencia de la anchura bicanina de la arcada dentaria.

### ***V.2.2.3.3- DIFERENCIAS ANCHURA BIMOLAR.***

Se hallan restando la anchura bimolar de la arcada inferior a la anchura bimolar de la arcada superior.

Por ello, obtenemos un solo valor de la diferencia de la anchura bimolar de la arcada dentaria.

### ***V.2.2.4- COCIENTES ANCHURAS ARCADAS DENTARIAS.***

Es otra manera de valorar la forma de la arcada del paciente. Consiste en hallar el cociente entre la anchura bicanina y la anchura bimolar intraarcada x 100 tanto de la arcada superior como inferior.

Así, tenemos dos valores para el cociente de la arcada dentaria, uno para la arcada superior y otro para la inferior.

### ***V.2.2.5- ASIMETRÍAS DENTARIAS.***

Se compara cada uno de los dientes con su diente homólogo del lado contrario tanto para la arcada superior como inferior.

### V.2.3- TAMAÑOS DENTARIOS PREDICHOS.

Dada la relación que guarda el tamaño de los dientes en cada individuo, es posible obtener el tamaño de todos los dientes, a partir del conocimiento del tamaño de uno ó más dientes elegidos como dientes de referencia.

Ahora bien, para cualquier tipo de predicción, es necesario ayudarse de un ordenador, por ello, realizaremos esta predicción únicamente en el *Método Digital*, en el que podrá comprobarse que debido a su complejidad, sería muy difícil de abordar esta predicción de forma manual con el *Método Tradicional*.

### V.3- MÉTODOS.

Procedimos a la medición de los tamaños mesiodistales de todos los dientes superiores e inferiores de cada modelo de estudio de cada uno de los individuos seleccionados para el trabajo, por los dos *Métodos* de medición utilizados: el *Método Tradicional* y el *Digital*.

Se excluyeron los segundos y terceros molares tanto superiores como inferiores en dichas mediciones.

A continuación, vamos a desarrollar cada uno de los dos *Métodos*.

### V.3.1- MÉTODO TRADICIONAL.

Para obtener las medidas directas con el método de medición al que denominaremos *Método Tradicional*, utilizamos el calibre especial de medición dentaria citado con anterioridad, que se aplica directamente sobre los modelos de escayola para realizar las citadas mediciones (**Figura 1**).



**Figura 1: Calibre dental y modelos de estudio de escayola utilizados en la medición del Método Tradicional.**

#### V.3.1.1- MEDIDAS DIRECTAS.

##### V.3.1.1.1- TAMAÑOS MESIODISTALES DE LOS DIENTES.

Para la medición de los tamaños mesiodistales de los dientes sobre los modelos de estudio, se siguió la metodología descrita por Seipel 1946 y Moorrees 1957, según la cual dicha magnitud se corresponde con la máxima distancia entre los puntos de contacto en sus caras proximales, mesial y distal, manteniendo el calibrador paralelo tanto a las superficies oclusales como a las vestibulares del propio diente sobre el modelo de escayola, de manera que la toma de estas medidas pudiera ser reproducible.

Esta metodología tan sólo es posible de realizar cuando el diente se encuentra en una posición normal en la arcada dentaria.

En los dientes malposicionados, se miden los puntos de contacto hipotéticos en sus caras proximales, mesial y distal.

### **V.3.1.1.2- ANCHURAS BICANINAS.**

La anchura bicanina fue considerada como la distancia lineal entre las cimas de las cúspides de los caninos contralaterales tanto en una arcada como en otra.

En los casos que los caninos presentan facetas de desgaste sobre dichas cúspides, se tomó como punto de referencia el centro de dichas superficies de desgaste.

El eje del calibrador se mantuvo paralelo a las caras incisales, de manera que la toma de estas medidas pudiera ser reproducible.

### **V.3.1.1.3- ANCHURAS BIMOLARES.**

De todas las posibilidades que aparecen en la literatura descritas a la hora de medir la anchura bimolar, nosotros nos decidimos por la máxima distancia, es decir la distancia lineal entre los puntos más salientes y alejados de los molares medidos en sus caras vestibulares.

Igual que anteriormente, el eje del calibrador se mantuvo paralelo esta vez a las caras oclusales, para que las medidas pudieran ser reproducibles.

### **V.3.1.1.4- LONGITUDES DE ARCADA.**

La línea ideal de arcada se consideró aquella que pasaba por los puntos de contacto ideales de cada uno de los dientes.

La técnica para la medición de la longitud de arcada utilizada en el presente trabajo es la más usada por la mayoría de autores. Consiste en dividir la arcada dentaria en cuatros segmentos lineales que puedan medirse como tramos rectos con el calibre dental.

Los dos segmentos posteriores, abarcan desde mesial del primer molar a distal del incisivo lateral de cada uno de los lados y los dos anteriores, desde distal del incisivo lateral a la línea media interincisiva.

Una vez hemos realizado las cuatro mediciones para cada longitud de arcada, pasamos a realizar la suma de las mismas.

### **V.3.1.2- MEDIDAS INDIRECTAS.**

Una vez hemos medido, según este *Método Tradicional*, los puntos de interés sobre cada modelo, los datos de los tamaños dentarios, las anchuras bicaninas, bimolares, así como los de la longitud de arcada, son introducidos *manualmente* en una hoja Excel de diseño propio, para hallar más cómodamente las medidas indirectas comentadas anteriormente.

### V.3.2- MÉTODO DIGITAL.

El segundo Método de medición que vamos a desarrollar a continuación, se denomina *Método Digital ORTODIG®* y precisa una imagen digitalizada de lo que se pretende medir y un software de apoyo para la realización de estas medidas.

#### V.3.2.1- DIGITALIZACIÓN DE LOS MODELOS.

La digitalización de todos los modelos de estudio fue realizada por el mismo operador y bajo las mismas condiciones.

Esta digitalización se realizó con un escáner convencional, descrito en el apartado de “Material”, que permite lograr de forma rápida las imágenes digitalizadas, pudiendo variar el grado de resolución con el que se capta cada una de ellas y manteniendo la relación de escala del modelo original.

El programa de captación de imagen asociado con el escáner y utilizado en nuestro caso fue el Photostyler.

Estas imágenes se captaron con una resolución de 250 ppp, lo que permitía obtenerlas con aproximadamente 730 por 578 píxeles en formato bmp, de suficiente magnificación para realizar cómoda y exactamente las mediciones.

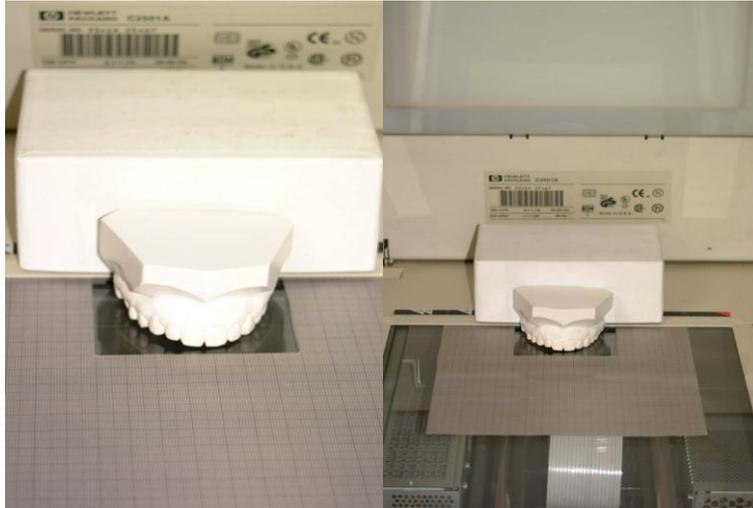
Estas imágenes se transformaron en formato de mapa con 24 bits con el programa de tratamiento de imágenes Paint para poder ser utilizadas con el nuevo *Método Digital* diseñado por nosotros.

Ahora bien, con el fin de poder colocar todos los modelos de estudio en el escáner de una forma reproducible y para facilitar su posterior medida, el modelo se situaba con la cara oclusal hacia la pantalla del escáner, de manera que todas las caras oclusales de todos los dientes tocaran la misma, situando la parte de detrás del zócalo del modelo perpendicular a la superficie de la pantalla y apoyada sobre una superficie recta colocada por nosotros tal y como apreciamos en la fotografía de la **Figura 2**.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Así mismo se digitalizaron de forma independiente los dos modelos correspondientes a cada paciente, el de la arcada superior e inferior.



***Figura 2: Orientación y digitalización de los modelos de estudio en el escáner en el Método Digital.***

### **V.3.2.2- CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DISEÑADO.**

Para conseguir el mayor automatismo posible, se diseñó el *Programa* de ordenador que controla las medidas del *Método Digital*, de forma que al captar una imagen se conociese de antemano de qué individuo se trataba, si era un modelo superior ó inferior y el sexo de dicho sujeto.

Para ello las imágenes se fueron denominando siguiendo un código simple elegido por nosotros.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Los primeros caracteres del nombre de la imagen corresponden al número que hace referencia al individuo y que por tanto serán comunes para la imagen del modelo superior e inferior. Así en nuestro caso, las imágenes se fueron asignando con números correlativos, desde el 00.bmp al número 99.bmp, sabiendo cada número a qué sujeto correspondía.

En segundo lugar, las imágenes debían ser identificadas como imágenes de modelos pertenecientes a hombres ó a mujeres, ya que las listas introducidas en el *Programa Digital* y utilizadas para la predicción de los tamaños dentarios son diferentes para ambos sexos.

Así, si el modelo correspondía a una mujer añadíamos una “f” detrás del número del modelo (por ejemplo 01f.bmp), pero en el caso de que los modelos de estudio fueran de un hombre, sería una “h” la letra añadida (por ejemplo 01h.bmp).

De igual manera, debían ser identificadas las imágenes de modelos mandibulares de los maxilares para encasillarlas dentro de las listas correspondientes. Por ello, los modelos superiores no llevaban ninguna identificación (por ejemplo 01h.bmp), mientras que los inferiores, presentaban la letra “m” detrás de la letra identificativa del sexo del paciente (por ejemplo 01hm.bmp ó 01fm.bmp).

Las imágenes digitalizadas se pueden visualizar en positivo ó en negativo, según las preferencias del operador a la hora de realizar las mediciones sobre las mismas.

El medio de interfase para la realización de estas medidas fue el propio puntero del ordenador y la imagen del modelo en la pantalla del mismo.

### **V.3.2.3- FUNCIONAMIENTO DEL MÉTODO DIGITAL.**

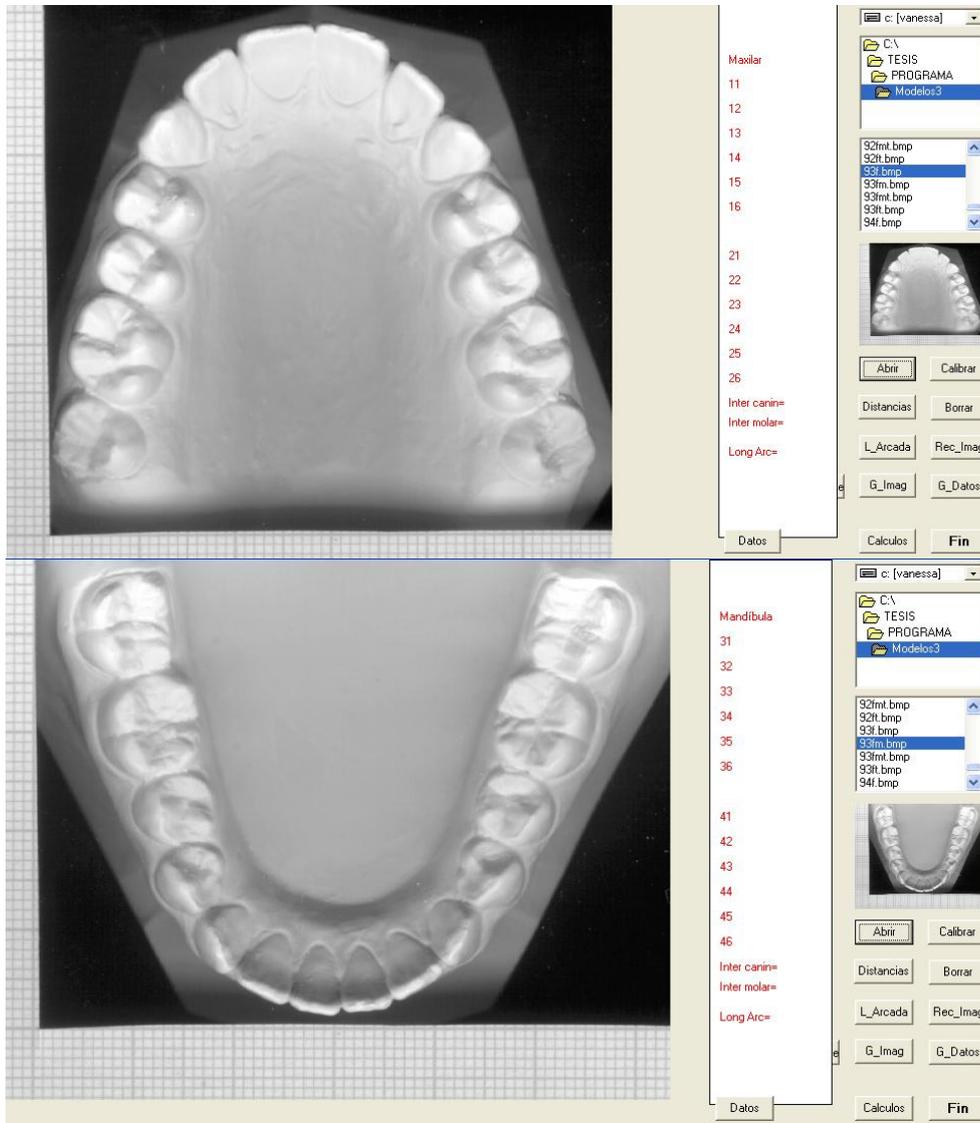
A título de ejemplo, hemos tomado uno de los pacientes estudiados en el presente trabajo, del cual hemos seleccionado su modelo superior e inferior para demostrar todas las funciones y opciones del *Programa Digital* de manera sencilla.

En la fotografía de la **Figura 3**, vemos el modelo superior e inferior del paciente seleccionado, digitalizado e introducido ya en el *Método Digital*.

La imagen queda centrada y rodeada de un papel milimetrado, mientras que los botones con las diferentes funciones del Programa quedan en la parte derecha de la imagen.

Encima de estos botones, aparece la imagen del modelo seleccionado en pequeño tamaño, así como el nombre con el que le hemos denominado.

## MATERIAL Y MÉTODOS



**Figura 3: Modelo superior e inferior digitalizados e introducidos en el Método Digital.**

### **V.3.2.4- CALIBRADO DE LOS MODELOS DIGITALIZADOS.**

Previo a realizar cualquier medición, pero dentro del *Programa* citado, realizamos para cada imagen una calibración de cada modelo para hallar las dimensiones reales en mm, evitando las discrepancias asociadas a las distintas magnificaciones con las que pudieran tomarse las diferentes imágenes al ser digitalizadas, incluso al hacerse todas ellas de la misma manera reproducible y por el mismo operador.

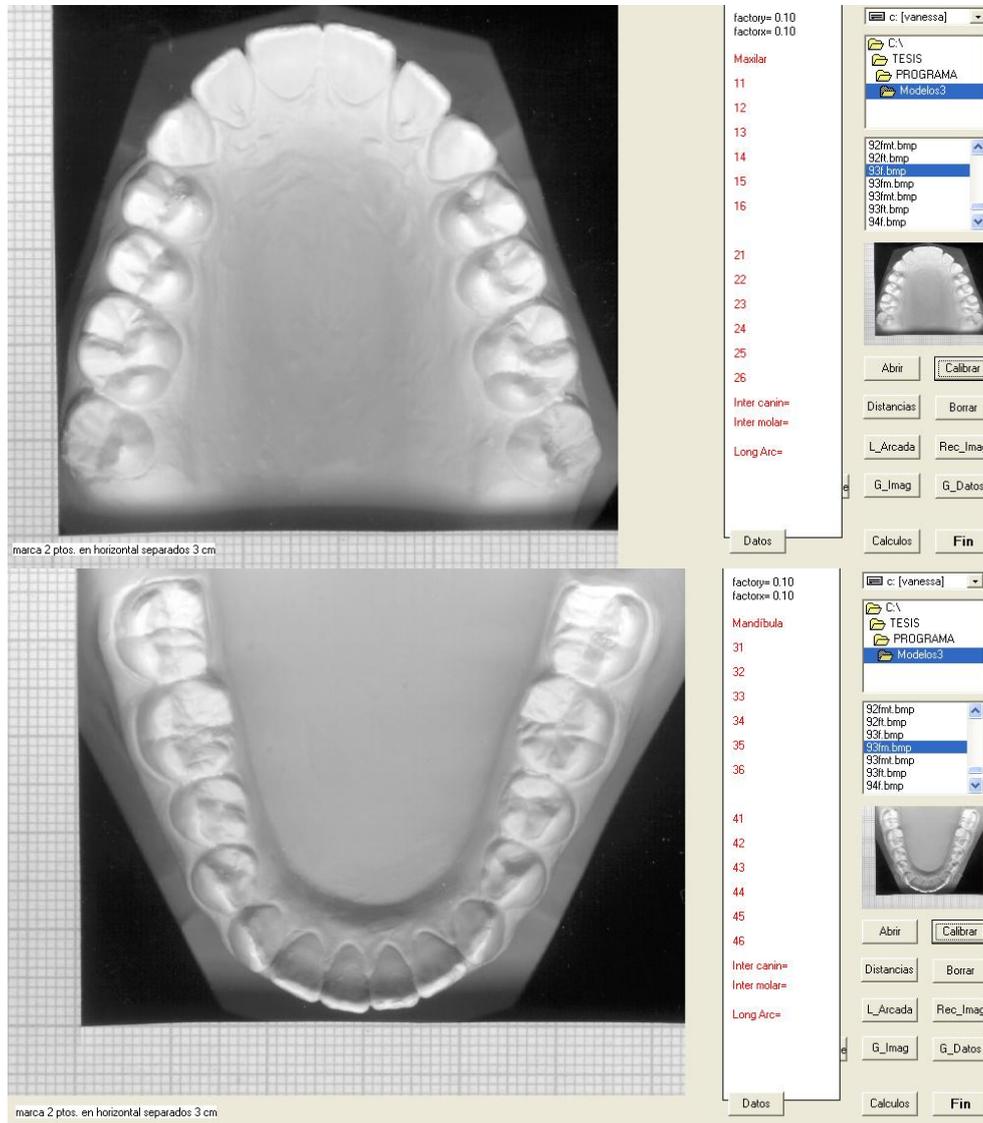
En este caso, para realizar esta calibración, las arcadas se digitalizan rodeadas de un papel milimetrado convencional que situamos alrededor del modelo, para que así conocida la magnificación del papel milimetrado se pueda saber la sufrida por el modelo.

Por tanto, sobre el papel milimetrado digitalizado se señalan dos puntos en vertical y en horizontal, con una separación constante de 3 cm. entre ambos lo que nos permite conocer el factor de transformación de dimensiones tanto en sentido vertical como en sentido horizontal.

Estos dos factores de transformación de dimensiones a los que denominaremos “x” al factor horizontal e “y” al vertical, deben tener entre ellos el mismo valor numérico.

El hecho de que el factor de transformación de dimensiones obtenido sea el mismo para las “x” que para la “y” confirma que la calibración ha sido bien realizada y que la imagen no ha resultado distorsionada manteniéndose la relación del modelo original, pero de mayor tamaño, tal y como comprobamos en la **Figura 4**.

En el caso de no tener el mismo valor, la calibración debe ser repetida, ya que sino los resultados de las mediciones estarán alterados.



**Figura 4: Modelos calibrados con el Método Digital.**

En la fotografía de la **Figura 4** anterior, observamos como los factores de transformación de dimensiones, aparecen en la parte superior derecha de cada modelo.

Puede ocurrir que a pesar de realizar la digitalización de todos los modelos de estudio de manera idéntica y debido a los diferentes tamaños de los mismos, las imágenes de algunos modelos estén más recortadas y por tanto los factores de transformación de dimensiones tengan diferentes valores entre los distintos modelos de los sujetos del estudio, lo cual es perfectamente factible y está contemplado en el *Programa* desarrollado.

A continuación presentamos todas las distintas mediciones que el *Método Digital* puede realizar, estas, tal y como hemos hecho con el *Método Tradicional* han sido divididas en medidas directas e indirectas.

### **V.3.2.5- MEDIDAS DIRECTAS.**

#### **V.3.2.5.1- TAMAÑOS MESIODISTALES DE LOS DIENTES.**

La primera función del *Método Digital*, es la medición de los tamaños mesiodistales de los dientes.

Este tamaño se corresponde, al igual que en el *Método Tradicional* descrito con anterioridad, con la máxima distancia entre los puntos de contacto en sus caras proximales, mesial y distal.

En los dientes malposicionados, se miden los puntos de contacto hipotéticos en sus caras proximales, mesial y distal.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

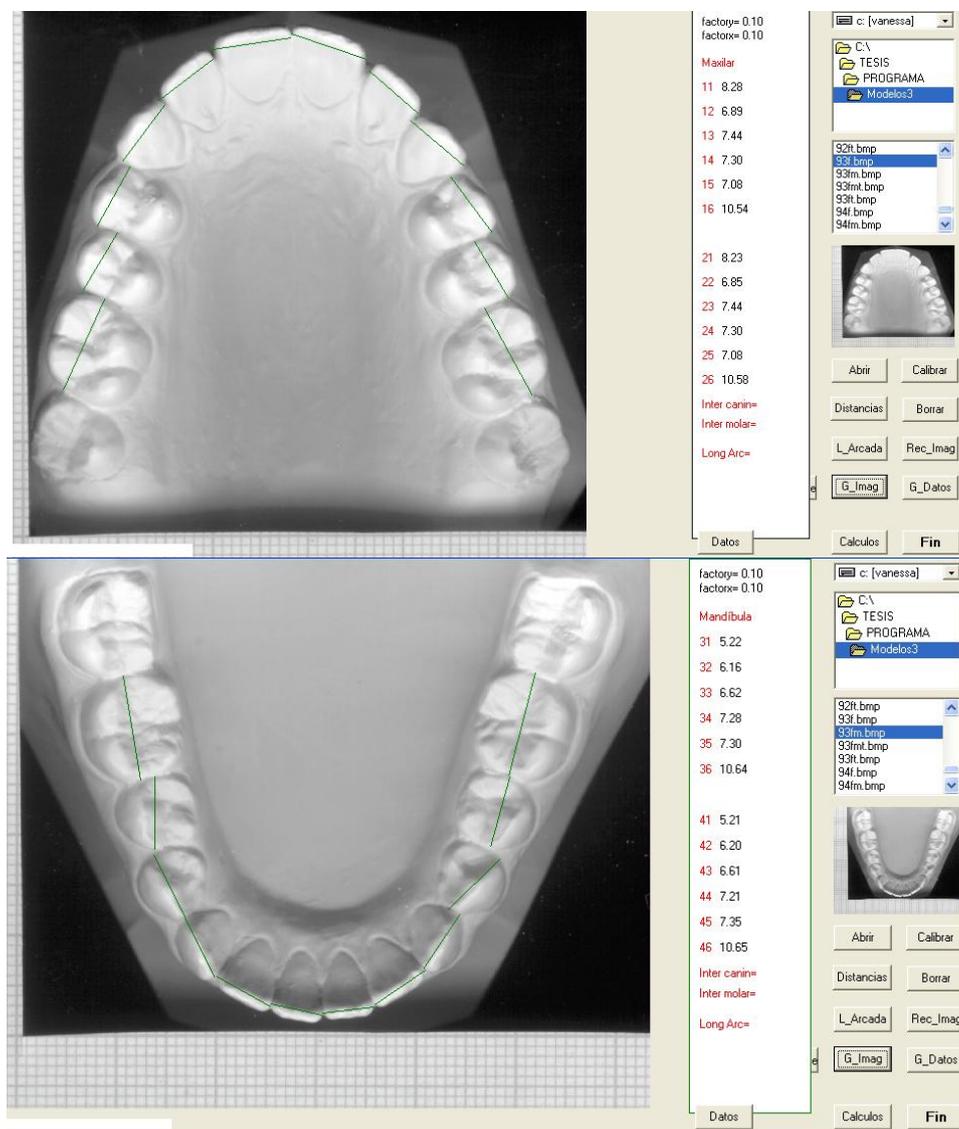
Sobre cada una de las imágenes logradas y ya calibradas, se localiza para cada diente sus puntos de contacto mesial y distal, que se corresponden al máximo tamaño mesiodistal del mismo, dibujándose automáticamente, una línea de unión de color verde entre dichos puntos marcados que nos muestra la medida que hemos realizado y el resultado de la misma en mm reales al lado de cada diente, como vemos en las fotografías de la **Figura 5**.

Procedemos a guardar dicha imagen y los datos de la misma.

El *Programa* ofrece la opción de borrar dicha imagen en caso de que el máximo diámetro mesiodistal trazado no sea adecuado y volver a repetirlo de nuevo.

Una vez trazada toda la imagen, se guarda para poder ser visualizada en cualquier momento posterior y los datos de las distancias medidas en la misma, se almacenan en un fichero de datos que se genera automáticamente, asignándole a dicho fichero un nombre que permite identificarlo con el paciente en cuestión.

En el mismo fichero de datos se guarda la información tanto de la arcada superior como inferior de cada paciente.



**Figura 5: Trazado y medición de los tamaños mesiodistales superiores e inferiores de los modelos con el Método Digital.**

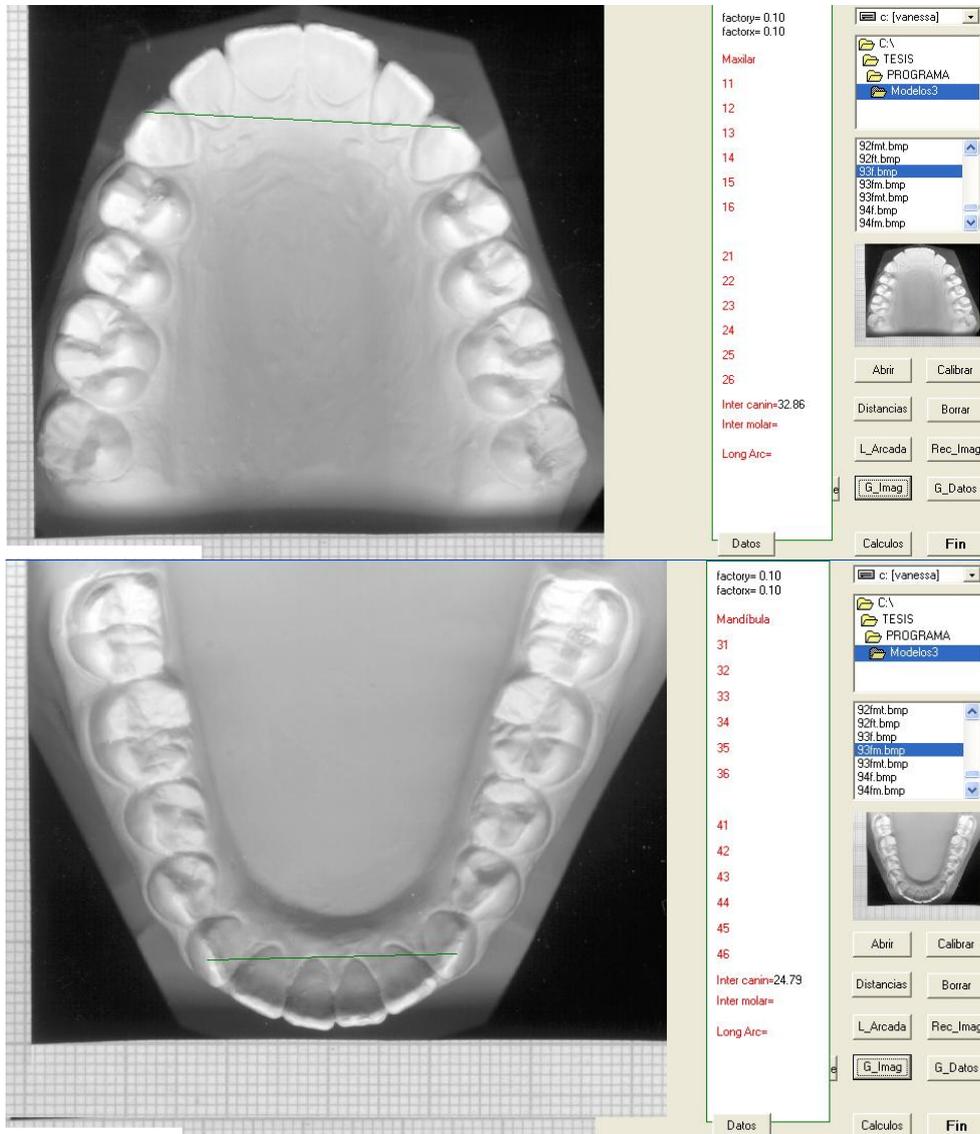
### **V.3.2.5.2- ANCHURAS BICANINAS.**

La anchura bicanina se considera, igual que con el *Método Tradicional*, la distancia entre las cimas de las cúspides de ambos caninos, ó en sus estimadas en el caso de presentar facetas de desgaste, tanto en la arcada superior como inferior.

En los casos que presentan facetas de desgaste, se toma como punto de referencia el centro de dichas superficies de desgaste.

Posicionamos el puntero en la pantalla del ordenador sobre la imagen escaneada a nivel de la cúspide del canino de un lado y marcamos el punto, a continuación hacemos lo mismo en la cúspide del lado contrario y de manera automática logramos una línea de unión de color verde entre los puntos señalados y la distancia de la anchura bicanina en mm reales como vemos en las fotografías de la **Figura 6**, guardando dicha imagen así como la correspondiente medición de la anchura bicanina.

A continuación, pasamos a guardar dicha imagen si deseamos completar la imagen trazada así como a almacenar la correspondiente medición de la anchura bicanina en el fichero de datos.



**Figura 6: Trazado y medición de la anchura bicarina superior e inferior en los modelos en el Método Digital.**

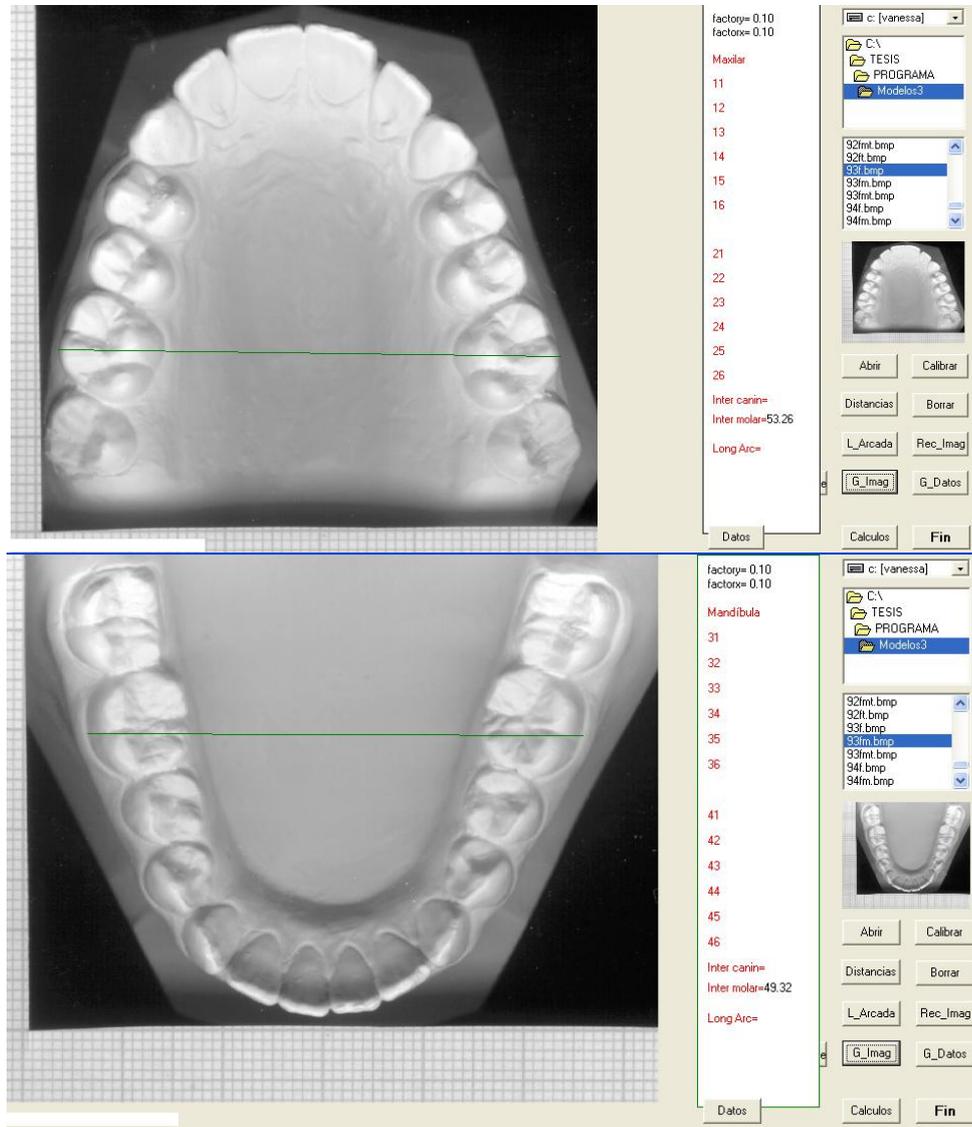
### **V.3.2.5.3- ANCHURAS BIMOLARES.**

La anchura bimolar seleccionada es la misma en ambos *Métodos*, es decir la máxima distancia hallada entre las superficies vestibulares de los primeros molares permanentes de uno y otro lado de la arcada tanto para la superior como la inferior.

Para hallar la anchura bimolar se hace exactamente de la misma manera que con la anchura bicanina.

Marcamos los puntos deseados y obtenemos de forma automática la línea de color verde que los une, además de la distancia real en mm entre ellos, como podemos comprobar en la **Figura 7**, guardando a continuación la imagen y los datos.

Igual que con los diámetros mesiodistales, el *Programa* ofrece la función de borrar la anchura bicanina y bimolar y volver a trazarla en el caso de no ser adecuada.



**Figura 7: Trazado y medición de la anchura bimolar en los modelos en el Método Digital.**

### **V.3.2.5.4- LONGITUDES DE ARCADA.**

Sobre la imagen digitalizada, es posible dibujar de manera precisa, rápida y sencilla la línea correspondiente a la arcada ideal.

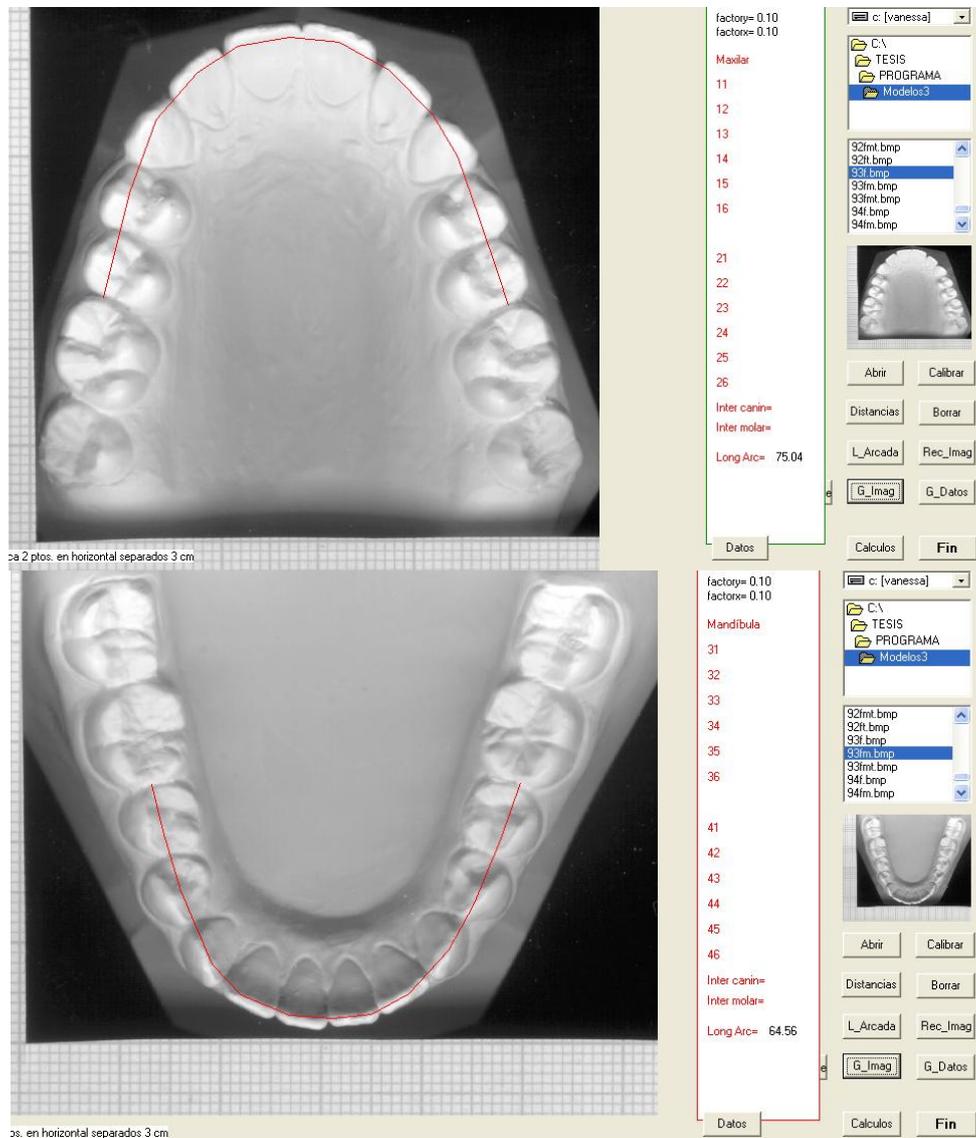
La línea ideal de arcada se tomó como aquella que pasa por los puntos de contacto ideales de cada uno de los dientes y se obtiene por tanto, uniendo los puntos más mesiales y distales de cada diente seleccionado, de mesial del primer molar a mesial del primer molar superior e inferior.

El *Método Digital* va acumulando las distancias entre estos puntos seleccionados, presentando poco a poco la imagen de dicha forma de arcada en color rojo y su longitud en mm de manera instantánea tal y como vemos en las fotografías de la **Figura 8**.

Posteriormente, guardamos dicha imagen y el valor de la misma.

El *Método Digital* ofrece la opción de borrar la línea de arcada dibujada en caso de que no nos parezca la correcta y podemos volver a trazarla.

Este *Método Digital* presenta la ventaja de facilitar el trazado de la longitud de arcada, así como, mostrarnos de manera instantánea la misma. Por otro lado, ofrece la posibilidad de calcular la longitud de arcada de manera continua y curvilínea, a diferencia del *Método Tradicional* basado en tramos rectos.



**Figura 8: Trazado y medición de la longitud de arcada ideal superior e inferior en los modelos en el Método Digital.**

Una vez hemos marcado los puntos de interés sobre cada imagen y los hemos guardado correctamente, los datos de los tamaños dentarios, las anchuras bicaninas, bimolares, así como los de la longitud de arcada, quedan introducidos en la base de datos del *Método Digital* como medidas directas.

Evidentemente, el proceso de almacenamiento de datos puede realizarse a medida que se va trazando el modelo, tal y como se ha descrito, con el fin de eliminar la posibilidad de borrados indeseados, pero también es posible trazar el modelo completamente y entonces guardar la imagen trazada y todos los datos a la vez.

### **V.3.2.6- MEDIDAS INDIRECTAS.**

A partir del momento en que se tienen los datos de las medidas directas en un fichero, estos, pueden ser exportados de forma automática a numerosas aplicaciones, tales como Excel ó Word para aplicarles posteriores tratamientos.

Ahora bien, dentro del mismo *Programa*, lógicamente, una vez disponemos de los datos de los tamaños mesiodistales, los de la longitud de arcada, diámetros bicaninos y bimolares, se pueden obtener todos los cálculos que se desee con ellos y por tanto hallar las medidas indirectas citadas, ya que surgen a partir de las mediciones directas por medio de cálculos matemáticos, pero en esta ocasión y a diferencia del *Método Tradicional*, bastará con pasar a la zona de cálculos y solicitar apretando el botón correspondiente la información deseada.

En esta **Figura 9**, observamos todas las medidas de los modelos de manera conjunta.

Por un lado, tenemos el dibujo de cada uno de los dientes con su correspondiente tamaño mesiodistal al pie de cada uno de ellos, así como todas las medidas tanto directas como indirectas.

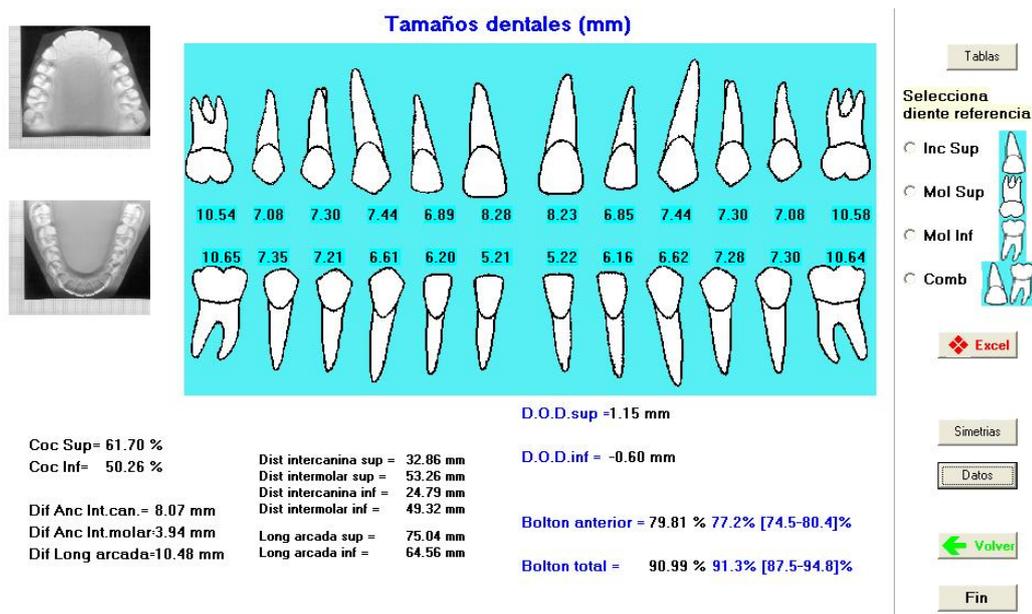
Las anchuras bicaninas y bimolares aparecen representadas juntas debajo de los tamaños de los dientes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Así, en el caso del Índice de Bolton, el *Método* calcula no solo el Índice de Bolton Anterior y Total, sino que nos señala en color rojo cuándo este se encuentra fuera de los intervalos considerados por Bolton como normales y dónde se encuentra la alteración si a nivel Anterior ó Posterior. En el modelo tomado como ejemplo, los valores se encuentran dentro del intervalo correcto, por lo que los valores aparecen en color negro, al lado de dichos intervalos.

Las longitudes de arcada y las discrepancias oseodentarias aparecen expresadas en mm, teniendo estas últimas tanto valores positivos como en negativos.

Todas las diferencias de la arcada superior e inferior aparecen representadas de manera conjunta, así como el cociente de mismas.



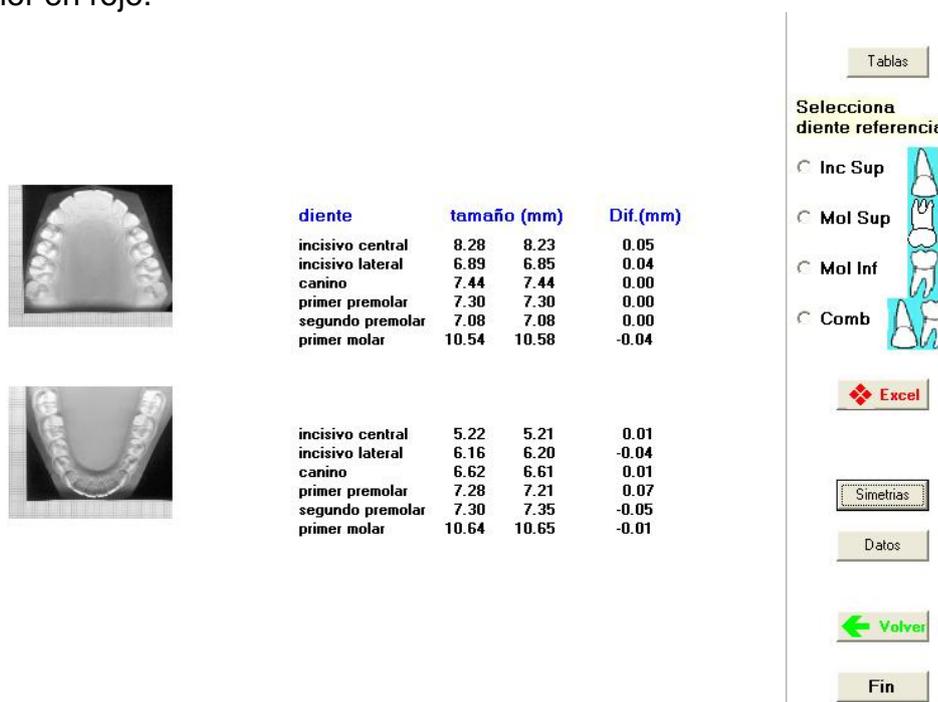
**Figura 9: Resultados de todas las medidas directas e indirectas con el Método Digital.**

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las asimetrías entre dientes contralaterales calculadas con el *Método Digital*, aparecen representadas en la **Figura 10**, donde vemos como se compara cada uno de los dientes con su homólogo en las dos columnas de color negro del centro de la imagen, tanto para la arcada superior como inferior.

Las diferencias de tamaños de estos dientes, aparecen en una tercera columna a la derecha, señalando estos valores en otro color cuando estas asimetrías son mayores de 0,5 mm y quedando reflejadas en la base de datos del *Método Digital*, ya que consideramos que estas, son las que producen problemas de asimetrías posteriormente y por lo tanto dificultades en lograr una correcta oclusión dentaria.

En los modelos de estudio seleccionados como ejemplo, no existía ninguna diferencia mayor de 0,5 mm por lo que no aparece ningún valor en rojo.



**Figura 10: Asimetrías dentarias entre dientes contralaterales mediante el Método Digital.**

### **V.3.3- APLICACIÓN MÉTODO DIGITAL PARA PREDICCIÓN TAMAÑOS DENTARIOS.**

Una vez tenemos diseñado el *Método Digital* para la medición de tamaños mesiodistales de los dientes y la consecución de los índices odontológicos, la función principal y novedosa que introducimos a continuación, es la posibilidad de predecir los tamaños dentarios ideales de dientes no erupcionados.

Para comprobar que el *Método Digital* puede realizar estas predicciones de manera precisa y reproducible, hemos utilizado en nuestro trabajo una muestra de modelos en dentición permanente, para poder comprobar los tamaños de los dientes reales y los predichos y así extrapolar los resultados con posterioridad a los casos en dentición mixta.

Para ello, es necesario disponer de lo que vamos a denominar como “dientes de referencia”, estos, serán diferentes dientes permanentes cuyos tamaños mesiodistales estarán medidos previamente con el *Método Digital* y a partir de los cuales se realizará una interpolación, gracias a unas tablas de tamaños dentarios introducidas en el *Programa Digital* que permitirán predecir de manera rápida, sensible y exacta el tamaño de todos los demás dientes tanto erupcionados como no erupcionados.

#### **V.3.3.1- LISTAS DE TAMAÑOS DENTARIOS DEL MÉTODO DIGITAL.**

A continuación en la **Tabla 3** y en la **Tabla 4**, mostramos las listas de tamaños dentarios introducidas en la base de datos del *Método Digital*.

Estas listas fueron diseñadas por Carlos Sanin y Bhim Savara en el año 1971.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Estas listas tienen una serie de características especiales que fueron las que nos llevaron a utilizar estas y no otras muchas existentes en la literatura:

1. Las listas de tamaños dentarios presentan los diámetros mesiodistales de todos los dientes permanentes superiores e inferiores exceptuando el segundo y tercer molar.
2. Los tamaños dentarios de las listas están divididos para hombres y para mujeres.
3. Los tamaños de las listas están basadas en individuos de raza americana con antecedentes europeos.
4. Las tablas presentan los tamaños dentarios con una sensibilidad de décimas de mm.
5. Las listas están ordenadas por percentiles desde un mínimo inferior al percentil 10 hasta un máximo por encima del percentil 90.
6. Los percentiles de los tamaños dentarios están a su vez, divididos en grandes (G), medios (M) y pequeños (P).
7. Los tamaños de los dientes se presentan de manera individual y no para grupos dentarios.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En la **Tabla 3 y 4**, aparecen los tamaños mesiodistales de los dientes según Sanin y Savara 1971, ordenados por percentiles y para hombres y mujeres respectivamente.

PERCENTILES	P	P	P	M	M	M	M	M	G	G	G
ARCADA SUPERIOR (mm)	Min.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Max.
INCISIVO CENTRAL	7,8	8,2	8,3	8,4	8,5	8,7	8,8	9,1	9,3	9,4	10,1
INCISIVO LATERAL	5,8	6,2	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	8,8
CANINO	6,0	7,3	7,5	7,8	7,9	8,1	8,1	8,2	8,4	8,5	8,8
1º PREMOLAR	6,1	6,5	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	8,1
2º PREMOLAR	5,8	6,2	6,5	6,7	6,8	7,0	7,1	7,2	7,4	7,5	8,0
1º MOLAR	9,1	10,0	10,3	10,4	10,6	10,7	11,0	11,2	11,3	11,5	12,0
ARCADA INFERIOR (mm)	Min.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Max.
INCISIVO CENTRAL	4,5	5,0	5,0	5,2	5,3	5,4	5,6	5,6	5,8	5,9	7,1
INCISIVO LATERAL	5,0	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2	6,2	6,5	6,6	6,7	7,3
CANINO	6,2	6,5	6,6	6,8	7,0	7,1	7,2	7,3	7,5	7,5	7,8
1º PREMOLAR	6,0	6,5	6,7	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	8,4
2º PREMOLAR	6,1	6,8	6,9	7,1	7,3	7,4	7,4	7,7	7,7	8,1	8,4
1º MOLAR	9,4	10,3	10,5	10,7	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,4

**Tabla 3: Tamaños mesiodistales para hombres.  
Carlos Sanin y Bhim Savara 1971.**

PERCENTILES	P	P	P	M	M	M	M	M	G	G	G
ARCADA SUPERIOR (mm)	Min.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Max.
INCISIVO CENTRAL	7,1	7,5	8,1	8,3	8,4	8,6	8,7	8,8	9,0	9,2	9,9
INCISIVO LATERAL	4,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,1	7,2	7,4	8,4
CANINO	6,8	7,1	7,3	7,4	7,5	7,5	7,7	7,9	7,9	8,2	9,2
1º PREMOLAR	5,7	6,1	6,6	6,7	6,9	6,9	7,1	7,2	7,3	7,5	8,2
2º PREMOLAR	5,5	6,0	6,2	6,4	6,6	6,7	6,8	6,9	7,1	7,3	7,6
1º MOLAR	8,9	9,6	9,9	10,0	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	11,0	11,8
ARCADA INFERIOR (mm)	Min.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Max.
INCISIVO CENTRAL	4,5	4,9	5,0	5,0	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	6,5
INCISIVO LATERAL	5,0	5,5	5,6	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,4	6,9
CANINO	5,6	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,7
1º PREMOLAR	6,1	6,4	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,5	8,0
2º PREMOLAR	6,1	6,5	6,8	6,9	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,5	8,4
1º MOLAR	8,7	10,0	10,3	10,4	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,6	12,4

**Tabla 4: Tamaños mesiodistales para mujeres.  
Carlos Sanin y Bhim Savara 1971.**

## MATERIAL Y MÉTODOS

Puede observarse, que las diferencias de tamaño de los dientes de un percentil a otro no guarda una relación proporcional, sino que están basadas en muestras de los individuos estudiados y medidos. Esto habrá de tenerse en cuenta a la hora de realizar la predicción.

La **Figura 11**, que muestra las listas de tamaños dentarios de Sanin y Savara ya introducidas en la base de datos del *Método Digital*, se corresponde a un caso femenino debido a que los modelos que hemos elegido a título de ejemplo, pertenecen a una mujer.

Si el caso elegido fuese el de un hombre, al apretar el botón “Tablas” que vemos en la parte superior derecha de la imagen, aparecería la tabla correspondiente al sexo masculino.



Tamaños dentales de referencia para: chicas

incisivo central	7.1	7.5	8.1	8.3	8.4	8.6	8.7	8.8	9.0	9.2	9.9
incisivo lateral	4.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.7	6.9	7.1	7.2	7.4	8.4
canino	6.8	7.1	7.3	7.4	7.5	7.5	7.7	7.9	7.9	8.2	9.2
primer premolar	5.7	6.1	6.6	6.7	6.9	6.9	7.1	7.2	7.3	7.5	8.2
segundo premolar	5.5	6.0	6.2	6.4	6.6	6.7	6.8	6.9	7.1	7.3	7.6
primer molar	8.9	9.6	9.9	10.0	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	11.0	11.8
incisivo central	4.5	4.9	5.0	5.0	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	6.5
incisivo lateral	5.0	5.5	5.6	5.8	5.9	6.0	6.0	6.1	6.2	6.4	6.9
canino	5.6	6.1	6.2	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.7
primer premolar	6.1	6.4	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.5	8.0
segundo premolar	6.1	6.5	6.8	6.9	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.5	8.4
primer molar	8.7	10.0	10.3	10.4	10.6	10.8	10.9	11.0	11.1	11.6	12.4

Carlos Sanin y Bhim S. Savara, 1971

Tablas

Selecciona diente referencia

Inc Sup 

Mol Sup 

Mol Inf 

Comb 

Excel

Simetrias

Datos

← Volver

Fin

**Figura 11: Listas de tamaños dentarios para mujeres introducidas en la base de datos del Método Digital.**

### V.3.3.2- DIENTES DE REFERENCIA.

Se eligieron tres dientes permanentes de referencia, dos de ellos en la arcada superior: incisivo central superior y primer molar superior y el tercero en la arcada inferior: primer molar inferior.

Cada uno de ellos, era utilizado de forma independiente para realizar la predicción.

Ahora bien, en ocasiones, podemos encontrarnos con que el diente de referencia presenta valores diferentes para ambos lados, derecho e izquierdo, en cuyo caso, el *Programa* considera como valor de referencia, la media aritmética de ambos tamaños.

Este procedimiento tiene dos ventajas fundamentales: en primer lugar no tenemos que decantarnos por ninguno de los dos dientes sin saber cual tiene el tamaño correcto y en segundo lugar, se minimizan posibles errores.

En aquellos casos en que la diferencia entre ambos dientes contralaterales sea muy grande, no es conveniente utilizar este diente para realizar la predicción ya que posiblemente uno de los dientes de referencia está alterado.

Para cada uno de los dientes de referencia, el *Programa* localiza en las mencionadas tablas de Sanin y Savara, el percentil al que, según ese diente, correspondería la dentición completa del paciente y le asigna al resto de dientes el valor que deberían tener según las tablas.

Ahora bien, en la mayoría de los casos el tamaño del diente de referencia, está situado entre dos percentiles, en cuyo caso el *Programa* interpola el valor que deberían tener los dientes en la tabla creando una nueva columna que correspondería a esos valores interpolados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Cabe señalar, que ésta no es una interpolación simple, dado que las diferencias de tamaño de los dientes de un percentil a otro no guarda una relación proporcional, sino que están basadas en muestras de los individuos estudiados y medidos.

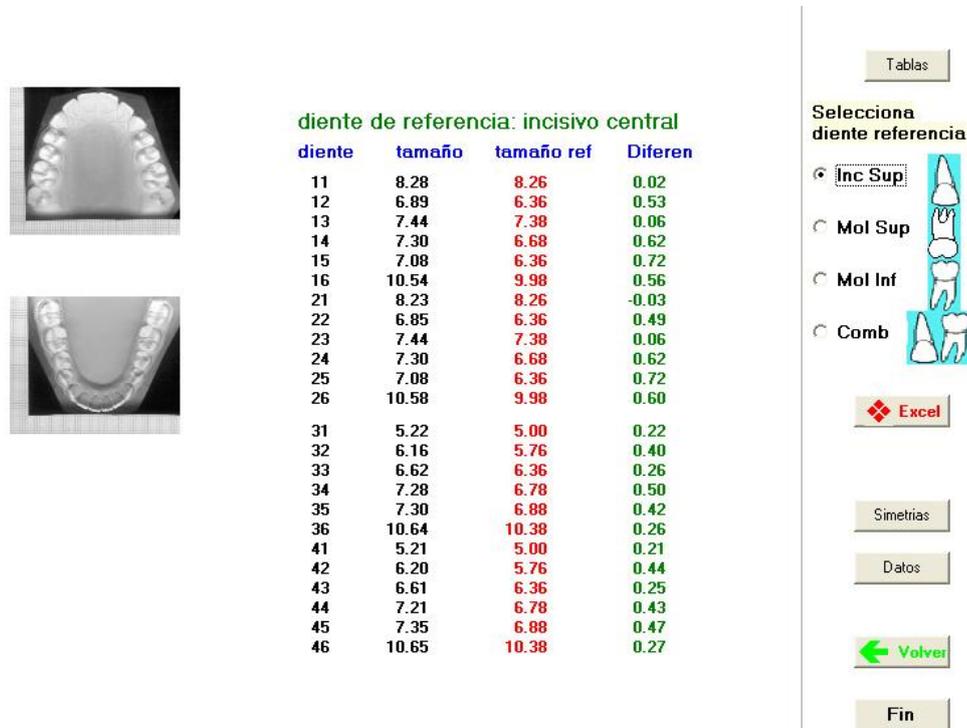
Por tanto, lo que hace el *Programa* es calcular la fracción de intervalo entre dos percentiles en la que se situaría el paciente y aplicar esa misma fracción de intervalo, a cada uno de ellos.

Una alternativa a la predicción con un único diente permanente de referencia es la combinación de dos dientes para realizar dicha predicción.

Dado que en dentición mixta siempre aparecen en la boca de manera precoz los molares e incisivos superiores e inferiores, decidimos estudiar el grado de predicción que podría obtenerse si se utilizaba el incisivo central superior como diente de referencia para los incisivos superiores e inferiores y el molar inferior para predecir molares, premolares y caninos superiores e inferiores.

El *Programa* permite, por tanto, calcular los valores predichos según el diente ó dientes de referencia elegidos y los compara con los tamaños reales, para localizar los dientes que presentan discrepancias en los tamaños dentarios respecto a las listas de referencia consideradas como ideales.

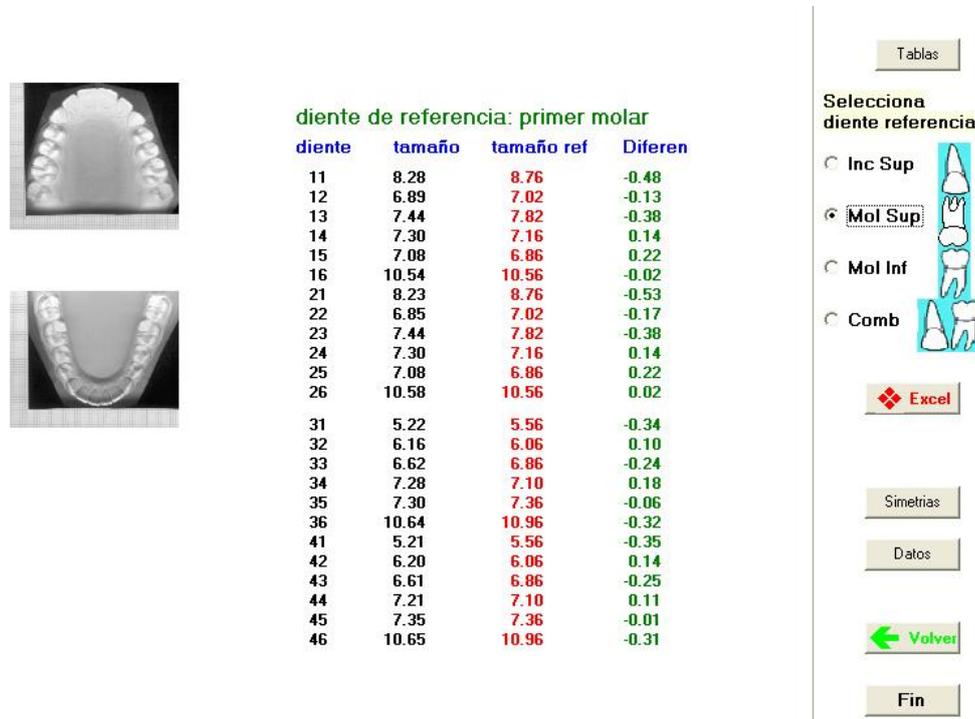
En cada una de las **Figuras 12, 13, 14 y 15** que se muestran a continuación, y que corresponden a haber elegido uno u otro diente de referencia, vemos en la parte derecha los diferentes botones dentro del *Programa*, que nos permiten cambiar el diente de referencia para realizar la predicción, quedando explícitamente indicado en la parte superior de la pantalla el diente que hemos seleccionado como referencia.



**Figura 12: Comparación tamaños reales y predichos con el Incisivo central superior como diente de referencia.**

Independientemente del diente seleccionado, en la parte de la izquierda, junto a las columnas de dientes, aparecen las fotografías de los modelos de escayola de estudio que estamos midiendo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

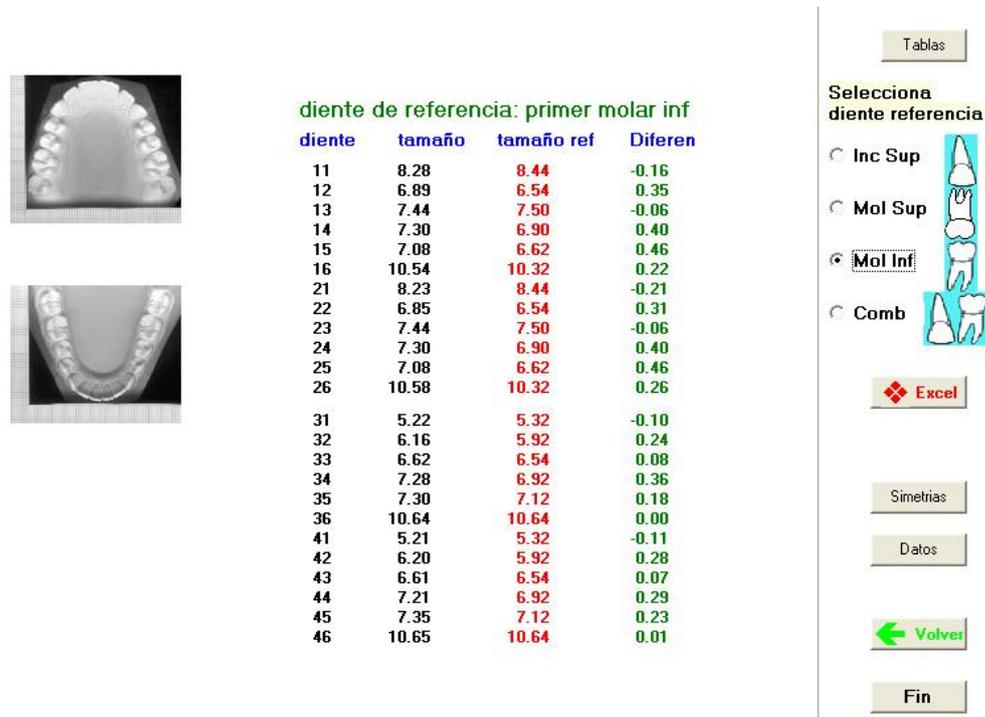


**Figura 13: Comparación tamaños reales y predichos con el Primer molar superior como diente de referencia.**

Los datos referentes a los dientes y tamaños dentales quedan agrupados en cuatro columnas situadas paralelamente entre sí.

Dos en la izquierda de la imagen de color negro, una roja situada en medio y por último, una cuarta columna de color verde a la izquierda.

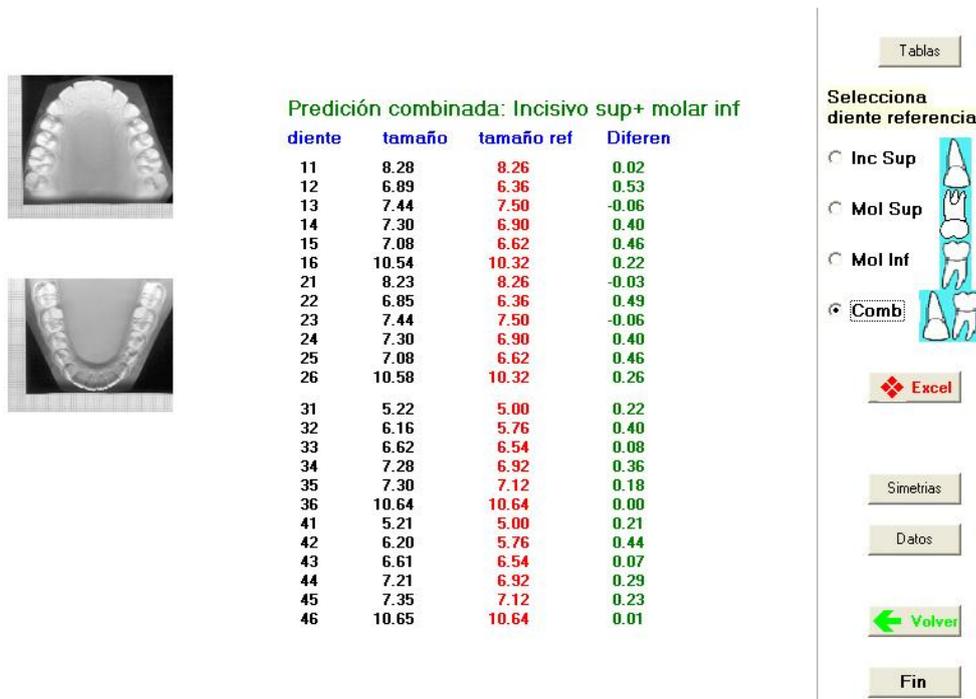
## MATERIAL Y MÉTODOS



**Figura 14: Comparación tamaños reales y predichos con el Primer molar inferior como diente de referencia.**

En la primera columna de la izquierda y en color negro, aparece el tipo de diente que hemos medido, en la de al lado y también en color negro, aparece representado lo que denominamos el valor real de cada diente medido con el *Método Digital*.

## MATERIAL Y MÉTODOS



**Figura 15: Comparación tamaños reales y predichos con la combinación Incisivo central superior y Primer molar inferior como dientes de referencia.**

En la columna de color rojo del medio, mostramos lo que hemos llamado el tamaño predicho para cada diente, obtenido con el tamaño del diente de referencia utilizado y las listas de tamaños dentarios introducidas en el *Programa*.

En la última columna y en color verde, aparece la diferencia entre el tamaño mesiodistal real de cada diente y el tamaño predicho, tanto para valores positivos como negativos.

### V.3.4- METODOS ESTADÍSTICOS.

Tanto los valores, hallados con el *Método Tradicional* como con el *Método Digital*, se introdujeron en fichero de datos para ser tratados con el paquete estadísticos SPSS versión 10.0 para Windows.

Las pruebas estadísticas aplicadas, en este caso, se basaron siempre, en la comparación de datos correlacionados ya que el objetivo fundamental de la Tesis es, tanto la comprobación de la validez de las medidas obtenidas con el *Método Digital* frente al *Tradicional*, como la predicción de valores. Por tanto en la mayoría de los casos se comparaban datos sobre el mismo paciente.

Por ello, los test estadísticos aplicados fueron los de comparación de medias de medidas apareadas y el estudio de correlación entre variables, a través del análisis de rectas de regresión y coeficientes de correlación.

También se utilizó el test de comparación de proporciones para validar estadísticamente la mayor ó menor proporción de aciertos en la predicción.

#### V.3.4.1- DATOS CORRELACIONADOS.

Para el caso en que exista una correlación entre los dos conjuntos de datos a comparar, como es concretamente en el caso de que se trate de mediciones realizadas sobre las mismas personas en distintas situaciones, dicha correlación debe tenerse en cuenta cuando se realice cualquier contraste de hipótesis, ya que las muestras no son independientes.

En el caso de querer comparar las medias de los dos grupos de mediciones obtenidos se construye una nueva variable aleatoria,  $d_i$ , obtenida como la diferencia entre cada pareja de medidas ( $d_i = x_{1i} - x_{2i}$ ) y se calcula su media,  $d_m$ , y la desviación típica  $s_d$ .

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

La hipótesis nula correspondiente a que las dos medias sean iguales implica  $\mu_1 = \mu_2$ , y por tanto, el estadístico de prueba viene definido, para  $n_1 = n_2$ , por:  $t = d / (sd / \sqrt{n})$ , que es una variable t de Student con  $(n-1)$  grados de libertad cuando la hipótesis es verdadera.

La región de aceptación ó de rechazo de la hipótesis nula dependerá de que el procedimiento sea bilateral ó unilateral y por lo tanto para el primer caso, las medias será diferentes con el nivel de significación  $\alpha$  elegido, si  $t \geq t_{\alpha/2, n-1}$ , y en el segundo si  $t \geq t_{\alpha, n-1}$ .

Cabe señalar que la distribución t de Student se aproxima a una distribución normal cuando el número de grados de libertad es grande.

Igualmente, se puede probar la hipótesis nula determinando los intervalos de confianza del 95% ó del 99% para la variable d.

Si el citado intervalo de confianza engloba el 0, puede afirmarse con la confianza elegida, que las dos muestras corresponden a la misma población y por tanto tienen la misma media poblacional.

### ***V.3.4.2- COMPARACIÓN PROPORCIONES DOS POBLACIONES.***

Se pueden comparar las proporciones poblacionales,  $P_1$  y  $P_2$ , a partir de las proporciones,  $p_1$  y  $p_2$ , resultantes de dos muestras de tamaño grande,  $n_1$  y  $n_2$ , extraídas al azar de dichas poblaciones.

En este caso la hipótesis nula,  $P_1 = P_2$ , implica que las diferencias observadas son debidas al azar ó lo que es lo mismo que las muestras son extraídas de la misma población.

El estadístico de prueba Z, definido por:

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{(p_1(1-p_1)/n_1 + p_2(1-p_2)/n_2)}}$$

también se distribuye de acuerdo con la normal tipificada  $n(0,1)$  cuando la hipótesis es verdadera.

En procedimientos bilaterales en los que se contrasta la hipótesis nula frente a la alternativa ( $H_1 = p_1 - p_2 \neq 0$ ), si  $z \geq z_{\alpha/2}$ , se rechaza la hipótesis nula, aceptándose la alternativa, es decir que las proporciones son distintas con el nivel de significación  $\alpha$  elegido.

Al igual que en el caso de las medias, se puede probar la hipótesis nula determinando los intervalos de confianza del 95% ó del 99% para la variable de la diferencia de las proporciones.

Si el citado intervalo de confianza engloba el 0, puede afirmarse, con la confianza elegida, que las dos proporciones no tienen diferencia estadística.

### ***V.3.4.3- AJUSTE RECTA MÍNIMOS CUADRADOS. RECTA DE REGRESIÓN.***

Cuando la representación gráfica del fenómeno estudiado proporciona una distribución de los puntos experimentales en forma prácticamente lineal, con las variables "x" e "y" del problema, es conveniente determinar la ecuación de la recta, expresión de la correspondiente ley física, de forma que los puntos experimentales queden distribuidos simétricamente a su alrededor y además lo más próximo posibles a ella.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Esta condición se cumple si la recta buscada de ecuación:

$$y = ax + b$$

hace que la expresión:

$$C = \sum (y_i - ax_i - b)^2$$

tenga un valor mínimo, ya que se trata de la suma de los cuadrados de las discrepancias de las ordenadas  $y_i$  de los puntos experimentales respecto a las ordenadas,  $ax_i - b$ , de igual abscisa  $x_i$  de la recta buscada, llamada en este caso recta de regresión.

Derivando  $C$  respecto a las dos incógnitas del problema, la pendiente  $a$  y la ordenada en el origen  $b$  de la recta buscada e igualando a 0 ambas derivadas, se obtienen los parámetros buscados  $a$  y  $b$ .

Tanto la pendiente como la ordenada en el origen correspondientes a la recta de ajuste, deben determinarse con su correspondiente intervalo de confianza, y en el caso particular que nos ocupa, las rectas de regresión que correlacionan los datos resultantes de uno u otro método de medida, deben ser tales que el intervalo de confianza de la pendiente englobe el 1 y el intervalo de confianza de la ordenada en el origen englobe el 0.

En estas circunstancias podría afirmarse que las dos series de medidas son totalmente equivalentes estadísticamente.

### **V.3.4.4- DISPERSIÓN JUSTE. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.**

La recta de regresión obtenida por mínimos cuadrados será tanto más precisa cuanto más próximos le sean los puntos experimentales, lo que, en nuestro caso dependerá de la similitud entre los valores obtenidos por los dos *Métodos* de medida.

Por esta razón conviene determinar dicho coeficiente de correlación.

La recta de regresión estará más ajustada a los puntos experimentales cuanto más próximo a la unidad sea el valor del coeficiente de correlación  $r$ .

Por ello, la calidad del ajuste puede valorarse por dicho coeficiente de correlación.

Se considera que el estudio ha sido correctamente realizado, si el coeficiente de correlación  $r$  resulta del orden de 0,95 en adelante, valores más bajos del coeficiente representan métodos experimentales que, aunque fieles, son excesivamente imprecisos para nuestro tipo de estudio.

Pero lo interesante de estos coeficientes de correlación es saber la utilidad en la práctica diaria.

Según Carrasco 1989, estos pueden clasificarse según su exactitud en el ajuste en:

- $r \geq 0,9$  - Ajustes magníficos.
- $r = 0,8$  - Ajustes buenos.
- $r = 0,7$  - Ajustes aceptables.
- $r = 0,6$  - Ajustes medianamente aceptables.
- $r \leq 0,5$  - Ajustes rechazables.

Según Plasencia y González-Cuesta, correlaciones de al menos  $r = 0,7$  deben considerarse como aceptables.

Aquellas medidas que nos dieran un valor del coeficiente de  $r = 0,5$  ó mayor, significarían que pueden pronosticarse un 50% ó más de la variabilidad de una medida conociéndose la otra.

**VI- RESULTADOS.**

## RESULTADOS

---

Los **RESULTADOS** de la presente Tesis Doctoral aparecen de manera independiente, la razón de mostrarlos de manera separada, es debido a que la predicción de éstos, sólo es posible cuando la reproducibilidad del *Método Digital* ha sido claramente demostrada.

Los **RESULTADOS** de la presente Tesis Doctoral los hemos dividido en los siguientes apartados:

### **VI- RESULTADOS.**

#### **VI.1- REPRODUCIBILIDAD DEL MÉTODO DIGITAL.**

##### **VI.1.1- VARIABILIDAD INTRA OBSERVADOR.**

##### **VI.1.2- VARIABILIDAD INTEROBSERVADOR.**

#### **VI.2- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DOS MÉTODOS DE MEDICIÓN EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DIRECTAS E INDIRECTAS.**

##### **VI.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.**

##### **VI.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.**

#### **VI.3- PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS.**

##### **VI.3.1- GRÁFICAS REGRESIÓN LINEAL POR DIENTE DE REFERENCIA.**

##### **VI.3.2- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES POR DIENTE DE REFERENCIA.**

##### **VI.3.3- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES PARA CADA DIENTE DE LA ARCADA.**

##### **VI.3.4- COMPARACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE LOS TAMAÑOS MESIODISTALES TOTALES POR ARCADAS.**

##### **VI.3.5- COMPARACIÓN TAMAÑOS DENTARIOS REALES TRADICIONALES, DIGITALES Y LOS PREDICHOS.**

### VI.1- REPRODUCIBILIDAD DEL MÉTODO DIGITAL.

Aunque el interés de este trabajo está en la aplicabilidad del *Método Digital* para la determinación de las medidas ortodóncicas, a lo largo de todo el estudio se han comparado los resultados obtenidos por el *Método Digital* y el *Tradicional*, para valorar adecuadamente las posibilidades y limitaciones del nuevo *Método* de medida.

Así, en el caso concreto del estudio de la reproducibilidad, se seleccionaron de manera aleatoria 20 modelos de los 100 que formaban parte del estudio, para que sobre ellos se repitieran las medidas directas por ambos *Métodos*, tanto por el mismo observador en días sucesivos, como por observadores diferentes.

Con estos datos se determinó, el coeficiente de variación tanto intraobservador como interobservador de cada medida directa.

Este coeficiente de variación se obtiene al dividir la desviación típica de las medidas entre las medias de éstas y viene expresado en porcentaje (%).

Por otro lado, también es posible comparar los valores medios de las medidas directas obtenidas con ambos *Métodos*.

#### VI.1.1- VARIABILIDAD INTRAOBSERVADOR.

Analizamos el coeficiente de variación intraobservador de los dos *Métodos* utilizados, el *Tradicional* y el *Digital*.

Para cada *Método*, cada uno de los 20 modelos seleccionados fue medido tres veces por un mismo observador y con un intervalo de una semana de diferencia entre cada una de las mediciones.

Para valorar la variabilidad intraobservador, se han realizado, por tanto, 480 mediciones para los tamaños dentarios, mientras que para las anchuras bicaninas, bimolares y longitudes de arcada, 40 mediciones para cada una de ellas.

## RESULTADOS

---

Dado que los tamaños mesiodistales de los dientes varían, tanto con el tipo de diente como con cada paciente, no resulta posible en este caso establecer un único coeficiente de variación, pero si es posible, determinando el coeficiente de variación para cada diente, valorar el rango en el que se distribuyen los mismos.

Similar circunstancia ocurre con las anchuras bicaninas, bimolares ó longitudes de arcada.

Por tanto, en la **Tabla 1**, exponemos de manera esquemática una representación de los mínimos y máximos de cada coeficiente de variación de cada medida directa realizada.

COEFICIENTE VARIACIÓN (CV)	NÚMERO MEDIDAS	MÉTODO TRADICIONAL		MÉTODO DIGITAL	
		MIN. %	MAX. %	MIN. %	MAX. %
TAMAÑO DENTARIO	480	0	2,82	0,05	2,88
ANCHURA BICANINA	40	0	1,49	0,02	1,63
ANCHURA BIMOLAR	40	0,09	0,82	0,04	0,85
LONGITUD ARCADA	40	0	0,97	0,07	1,49

**Tabla 1: Coeficientes de variación medidas directas ambos Métodos de medición. Variabilidad intraobservador.**

En esta **Tabla 1**, comprobamos como todos los coeficientes de variación son menores del 3% en todos los casos y para ambos *Métodos* de medición.

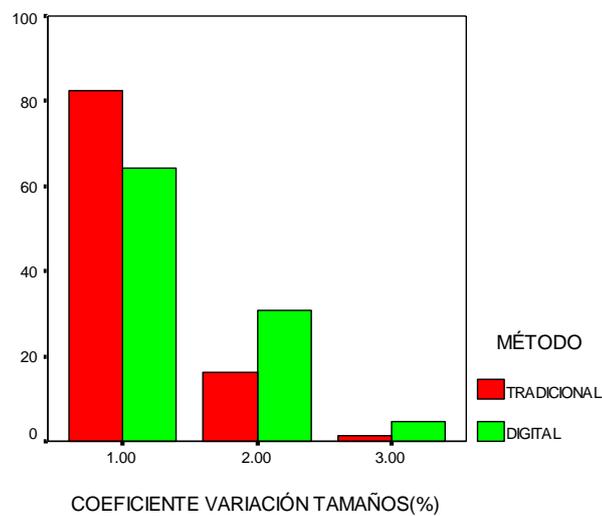
## RESULTADOS

---

Así mismo, las **Figuras 1, 2 y 3** representan en un diagrama de barras, la distribución de los mismos coeficientes de variación para tamaños mesiodistales, anchuras bicaninas y longitud de arcada, respectivamente.

La distribución de los coeficientes de variación de las anchuras bimolares no se ha representado debido a que todos los valores estaban por debajo del 1% y por tanto, era poco significativa esta representación.

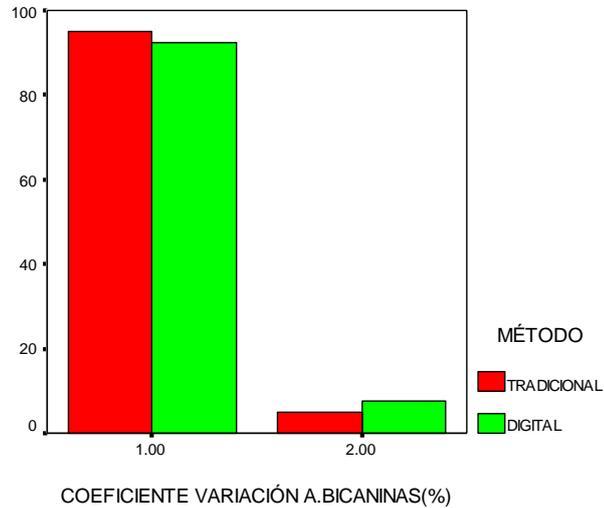
Comprobamos que tanto por un *Método* como por el otro, los coeficientes de variación se sitúan alrededor del 1-2%, siendo los coeficientes de los 3% escasos y solos presentes para los tamaños dentarios.



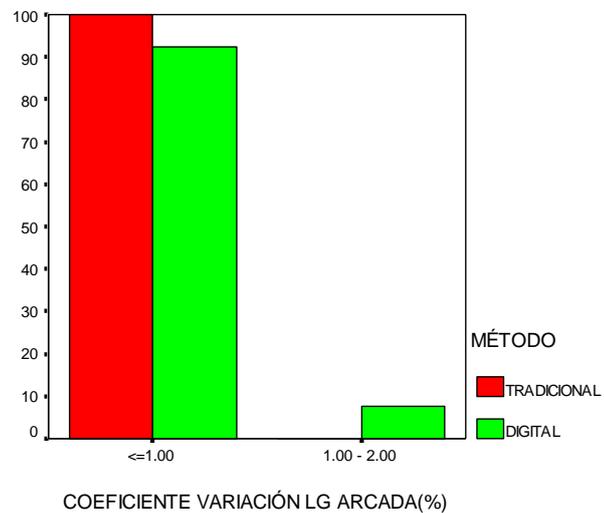
**Figura 1: Coeficiente de variación Tamaños dentarios ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---



**Figura 2: Coeficiente de variación Anchuras bicáninas ambos Métodos de medición.**



**Figura 3: Coeficiente de variación Longitudes de arcada ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

Además, para todas las medidas directas, se analizaron las diferencias entre los valores obtenidos por el *Método Digital* y el *Método Tradicional*.

Así mismo, la **Tabla 2**, muestra los valores medios de las diferencias encontradas entre los dos *Métodos*, las desviaciones estándar, así como los intervalos de confianza del 95% de cada una de ellas.

De los valores de esta **Tabla 2**, puede observarse que las medias de las diferencias entre los tamaños dentarios y las anchuras bicaninas medidos con el *Método Digital* y *Tradicional* incluyen el 0 en el intervalo de confianza, por lo que puede afirmarse que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores determinados por uno u otro *Método*.

Sin embargo, en el caso de las anchuras bimolares y longitudes de arcada, se observa una diferencia entre ambos *Métodos* de medida, debido a que los intervalos de las medias no incluyen el 0.

Estas diferencias son de escasa importancia, ya que las diferencias entre las medidas obtenidas por ambos *Métodos* son muy pequeñas justificándose las mismas por la diferente manera de realizar dichas mediciones entre ambos *Métodos*.

MEDIDAS	NÚMERO	MÉTODO DIGITAL - TRADICIONAL		
		MEDIA	SD	IC 95%
TAMAÑOS DENTARIOS	480	0,005	0,063	-0,009 / 0,010
A.BICANINA	40	0,018	0,181	-0,040 / 0,076
A.BIMOLAR	40	-0,259	0,187	-0,319 / -0,199
LONGITUD ARCADA	40	-0,021	0,136	-0,022 / -0,065

**Tabla 2: Valores medios diferencias ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

### VI.1.2- VARIABILIDAD INTEROBSERVADOR.

La variabilidad interobservador, se calculó realizando una medición de cada una de las medidas directas descritas con anterioridad tanto por el *Método Tradicional* como por el *Digital*.

Cuatro observadores diferentes fueron los responsables de calcular esta variabilidad interobservador, de los cuales uno de ellos, era el observador utilizado en la variabilidad intraobservador.

Las mediciones se realizaron sobre los mismos 20 modelos de estudio que se utilizaron para medir la variabilidad intraobservador.

Esta variabilidad se estudió de la misma manera que con la variabilidad intraobservador.

La experiencia en medición de tamaños dentarios por ambos *Métodos* de los tres observadores nuevos y externos era muy similar entre ellos.

Por tanto, en la **Tabla 3** y de igual manera que hemos realizado en la variabilidad intraobservador, exponemos de manera esquemática una representación de los mínimos y máximos de cada coeficiente de variación de las medidas directas realizadas.

En este caso, los coeficientes de variación son ligeramente mayores a los obtenidos en la variabilidad intraobservador, aunque todos ellos, son menores de 5,8%.

## RESULTADOS

---

COEFICIENTE VARIACIÓN (CV)	NÚMERO MEDIDAS(N)	MÉTODO TRADICIONAL		MÉTODO DIGITAL	
		MIN. %	MAX. %	MIN. %	MAX. %
TAMAÑO DENTARIO	1920	0	5,79	0,16	5,70
ANCHURA BICANINA	160	0	2,43	0,28	1,86
ANCHURA BIMOLAR	160	0,16	2,72	0,17	2,62
LONGITUD ARCADA	160	0,28	3,08	0,17	2,51

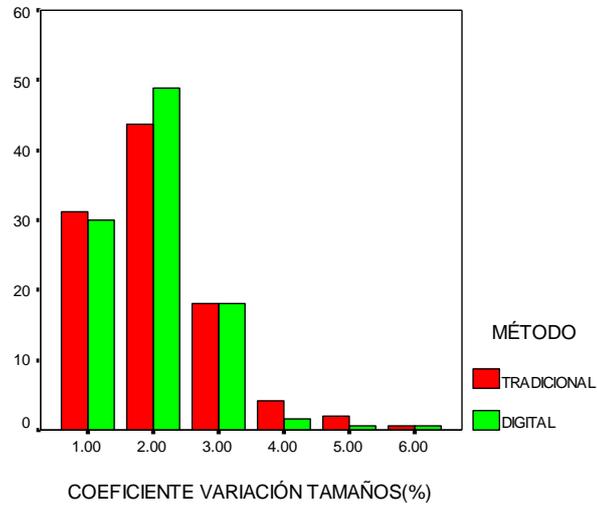
***Tabla 3: Coeficientes de variación medidas directas ambos Métodos de medición. Variabilidad interobservador.***

Así mismo, las **Figuras 4, 5, 6 y 7** representan respectivamente, la distribución de mismos coeficientes de variación para los tamaños mesiodistales, anchuras bicaninas, bimolares y para las longitudes de arcada.

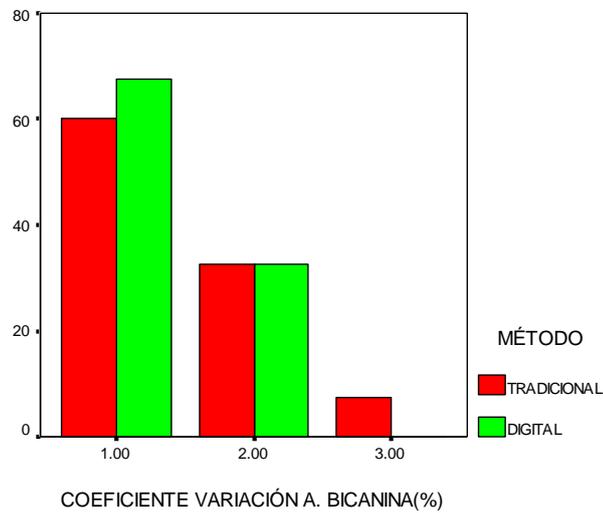
Estos, son ligeramente mayores a los obtenidos con la variabilidad intraobservador, ya que existen más valores se agrupan alrededor 2% y del 3% en los diagramas de barras.

## RESULTADOS

---



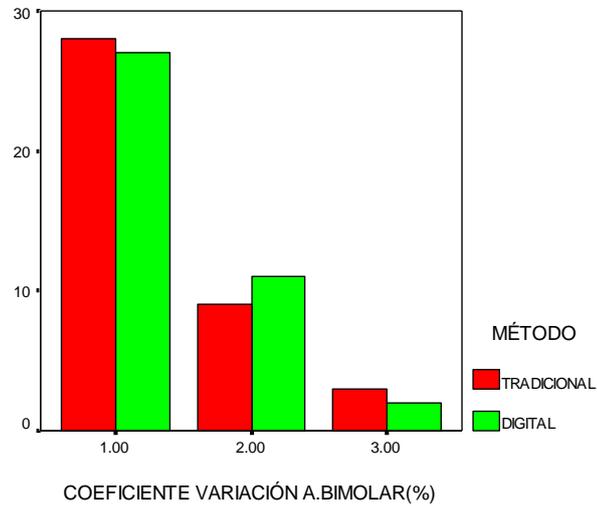
**Figura 4: Coeficiente de variación Tamaños dentarios ambos Métodos de medición.**



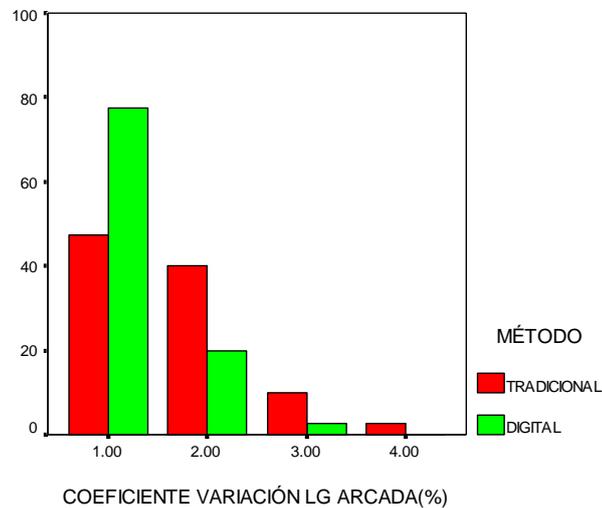
**Figura 5: Coeficiente de variación Anchuras bicaninas ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---



**Figura 6: Coeficiente de variación Anchuras bimolares ambos Métodos de medición.**



**Figura 7: Coeficiente de variación Longitudes de arcada ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

La **Tabla 4**, muestra los valores medios de las diferencias encontradas entre los dos *Métodos*, las desviaciones estándar, así como los intervalos de confianza del 95% de cada una de estas diferencias, igual que hemos realizado con la variabilidad intraobservador.

Los resultados son idénticos a los descritos en la variabilidad intraobservador.

De los valores de esta **Tabla 4**, puede observarse que las medias de las diferencias entre los tamaños dentarios y las anchuras bicaninas incluyen el 0 en el intervalo de confianza, por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores por ambos *Métodos*.

En el caso de las anchuras bimolares y longitudes de arcada, se observa sin embargo una diferencia estadísticamente significativa entre ambos *Métodos* de medida debido a que los intervalos de las medias no incluyen el 0.

Estas diferencias, igual que anteriormente, son de escasa importancia ya que las diferencias entre las medidas obtenidas por ambos *Métodos* son pequeñas, y que se justificarían por la diferente manera de realizar dichas medidas entre ambos *Métodos*.

MEDIDAS	NÚMERO	MÉTODO DIGITAL - TRADICIONAL		
		MEDIA	SD	IC 95%
TAMAÑOS DENTARIOS	1920	0,005	0,125	-0,005 / 0,011
A.BICANINA	160	0,0009	0,273	-0,042 / 0,043
A.BIMOLAR	160	0,230	0,418	0,165 / 0,296
LONGITUD ARCADA	160	-0,196	0,676	-0,302 / -0,091

**Tabla 4: Valores medios diferencias ambos Métodos de medición.**

### **VI.2- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DOS MÉTODOS DE MEDICIÓN EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DIRECTAS E INDIRECTAS.**

Para calibrar el *Método Digital* de medición introducido en este trabajo frente al *Método Tradicional*, se analizó y comparó la correlación existente entre los resultados de las diferentes medidas obtenidas para cada uno de los 100 pares de modelos de estudio seleccionados para este trabajo por cada uno de los dos procedimientos citados con anterioridad.

Ahora bien, en este caso cada modelo sólo se ha medido una vez por el *Método Tradicional* y una por el *Método Digital*, buscando así reproducir la forma que en la práctica clínica cabe suponer que se realizan las medidas.

Evidentemente, si tanto las medidas del *Método Tradicional* como las del *Digital* se repitiesen 3 veces, el grado de aproximación entre los valores de los dos *Métodos* sería aún mayor, tal y como se verá al final de este mismo apartado.

Para analizar los datos obtenidos por ambos procedimientos y para cada una de las medidas directas realizadas, se procedió según el siguiente esquema:

- En primer lugar, se estudió la recta de regresión correspondiente a cada magnitud directa, representando en el eje vertical “y” los datos obtenidos con el *Método Digital* mientras que los datos obtenidos con el *Método Tradicional* se localizaron en el eje de las “x”, eje horizontal de cada una de las gráficas realizadas.

En todas las gráficas, las líneas envolventes alrededor de las rectas de regresión y que se sitúan en medio de la gráfica, representan los intervalos de confianza del 95%.

## RESULTADOS

---

Los coeficientes de la regresión (pendiente y ordenada en el origen) se determinaron junto con sus límites de confianza del 95% y así mismo, se obtuvo el correspondiente coeficiente de correlación.

- Posteriormente y para valorar la posible discrepancia entre los dos *Métodos* de medición se realizó una t de Student para medidas apareadas comprobando la hipótesis de que la media de las diferencias entre los valores obtenidos por un *Método* y el otro era 0, lo que equivale a decir que no hay un sesgo en la determinación de los valores, sino que las discrepancias eran debidas al azar en todos los casos.

Por tanto, calculamos las medias, los intervalos de confianza, las desviaciones estándar y las máximas discrepancias de cada una de las diferencias entre los valores obtenidos con ambos *Métodos*.

Además estos mismos valores se han representado en diagramas de barras.

Los resultados obtenidos los hemos clasificado en medidas directas e indirectas.

Las medidas directas son, como ya se ha comentado con anterioridad, aquéllas que se obtienen con mediciones sobre los dientes por ambos *Métodos*, mientras que las indirectas son aquéllas resultantes de diversos cálculos sobre los datos anteriores.

## RESULTADOS

---

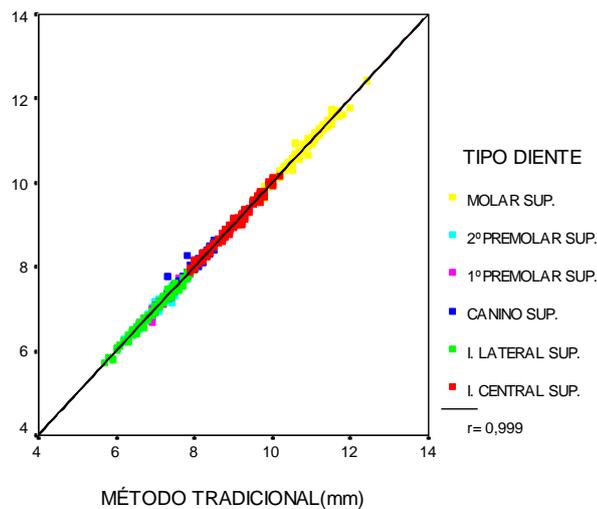
### VI.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.

La primera medida directa y base de nuestro trabajo es el tamaño mesiodistal de los dientes.

Hemos realizado tres gráficas de regresión lineal, una para los tamaños dentarios de la arcada superior, otra para los de la arcada inferior y una última para la totalidad de los tamaños de todos los dientes representadas en las **Figura 8, 9 y 10** respectivamente.

En dichas gráficas, cada uno de los grupos dentarios se representa de un color diferente a lo largo de las rectas de regresión.

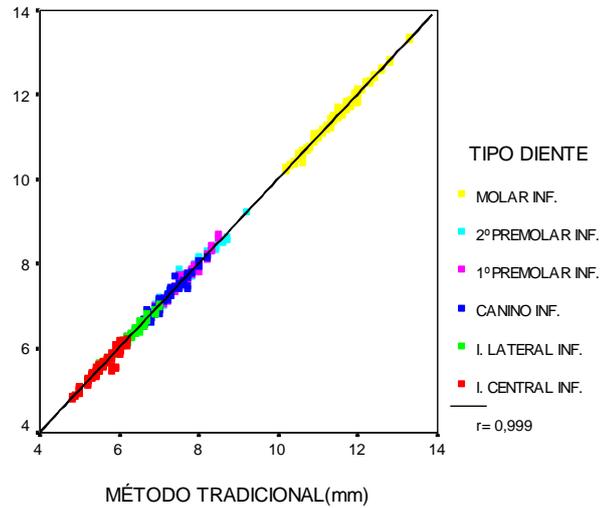
Los coeficientes de correlación obtenidos para todas las gráficas son idénticos entre sí,  $r = 0,999$ .



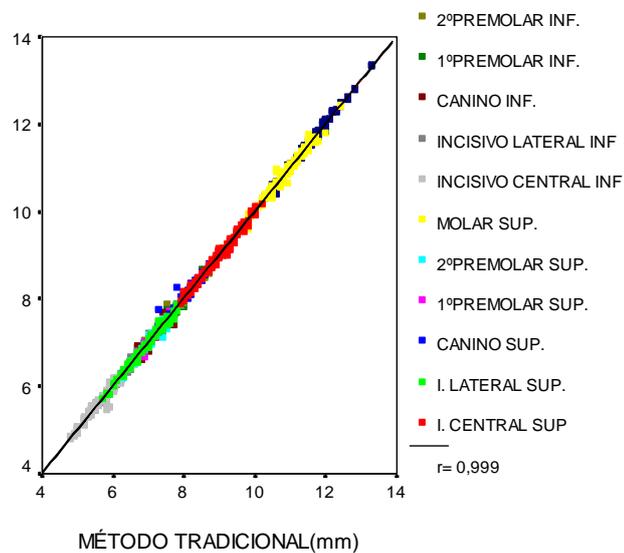
**Figura 8: Gráfica de regresión lineal. Tamaños dentarios arcada superior por ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---



**Figura 9: Gráfica de regresión lineal. Tamaños dentarios arcada inferior por ambos Métodos de medición.**



**Figura 10: Gráfica de regresión lineal. Tamaños dentarios totalidad de los dientes por ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En la **Tabla 5**, observamos como los intervalos de confianza del 95% de las pendientes de las rectas de regresión incluyen el 1 en todos los casos, mientras que los de las ordenadas en el origen solo incluyen el 0 en la arcada inferior, siendo diferencias muy pequeñas e insignificativas los de la arcada superior y el total.

TAMAÑOS DENTARIOS			INTERVALO CONFIANZA 95%	
ARCADA SUPERIOR			LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
	ORDENADA ORIGEN	0.022	0.001	0.044
	PENDIENTE	0.999	0.996	1.002

ARCADA INFERIOR	ORDENADA ORIGEN	0.013	-0.001	0.028
	PENDIENTE	1.001	0.999	1.003

TOTAL	ORDENADA ORIGEN	0.019	0.007	0.031
	PENDIENTE	1.000	0.998	1.001

**Tabla 5: Ordenadas en el origen y pendientes  
Tamaños dentarios.**

## RESULTADOS

A continuación, se analizó diente a diente la diferencia del valor de los tamaños mesiodistales determinado por uno u otro *Método* de medición.

Los valores medios de estas diferencias se recogen en la **Tabla 6**, donde además mostramos sus correspondientes intervalos de confianza, desviaciones típicas y valores máximos de las discrepancias entre los dos *Métodos*, considerando tanto las discrepancias por exceso con valores positivos como por defecto con valores negativos.

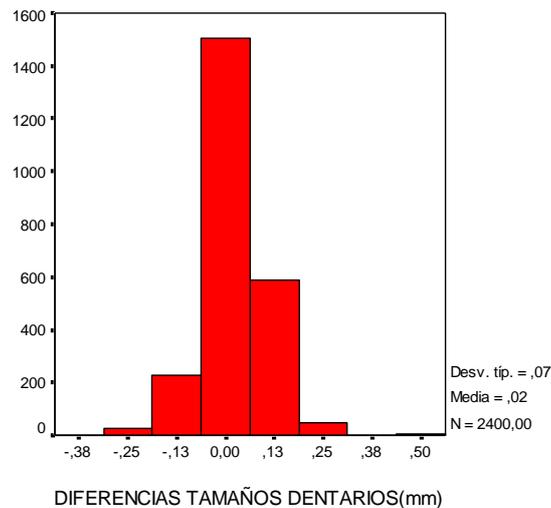
DIFERENCIAS TAMAÑOS MÉTODO DIGITAL - MÉTODO TRADICIONAL					
DIENTES		MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
ARCADA SUPERIOR	I. CENTRAL	0,014	0,005 / 0,022	0,06	-0,20 / 0,16
	I. LATERAL	0,013	-0,007 / 0,009	0,056	-0,17 / 0,19
	CANINO	0,021	0,010 / 0,03	0,075	-0,10 / 0,47
	1º PREMOLAR	0,017	0,010 / 0,024	0,05	-0,22 / 0,13
	2º PREMOLAR	0,018	0,009 / 0,026	0,064	-0,27 / 0,19
	MOLAR	0,014	0,004 / 0,025	0,075	-0,25 / 0,36
ARCADA INFERIOR	I. CENTRAL	0,022	0,012 / 0,033	0,074	-0,38 / 0,20
	I. LATERAL	0,017	0,010 / 0,24	0,049	-0,11 / 0,16
	CANINO	0,018	0,008 / 0,027	0,068	-0,28 / 0,30
	1º PREMOLAR	0,021	0,013 / 0,028	0,052	-0,18 / 0,25
	2º PREMOLAR	0,025	0,016 / 0,033	0,064	-0,12 / 0,38
	MOLAR	0,030	0,02 / 0,038	0,061	-0,20 / 0,23
TOTAL		0,018	0,015 / 0,021	0,063	-0,38 / 0,47

**Tabla 6: Diferencias medias Tamaños dentarios ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En el diagrama de barras de la **Figura 11**, comprobamos como la mayoría de las diferencias de los tamaños de la totalidad de todos los dientes, 2400 dientes, se concentran en la parte central del diagrama, es decir en la parte correspondiente a las diferencias de 0 mm, seguido de una serie de valores que se agrupan alrededor de diferencias de 0,13 mm.



**Figura 11: Diagrama de barras. Diferencias Tamaños dentarios medios ambos Métodos de medición.**

La segunda medida directa estudiada es la anchura bicanina.

En la **Tabla 7** de la siguiente página, mostramos todos los resultados para las anchuras bicaninas de la arcada superior e inferior por cada uno de los diferentes *Métodos* de medición.

## RESULTADOS

PCTE	TRADICIONAL		DIGITAL		PCTE	TRADICIONAL		DIGITAL	
	SUP.	INF.	SUP.	INF.		SUP.	INF.	SUP.	INF.
1	36,6	27,7	36,83	27,82	51	33,7	27,4	33,61	27,4
2	35	28,2	34,55	28,22	52	32,7	24,6	32,62	24,63
3	36,8	27,1	36,79	27,12	53	34,2	25,9	34,05	26,18
4	35,9	26,9	36	26,94	54	36,4	25,6	36,76	25,66
5	35,8	28,6	35,72	28,93	55	31,4	25,9	31,54	25,68
6	33	25,3	33,18	25,25	56	36,7	30,5	36,45	30,02
7	33,4	25,5	33,53	25,26	57	33,2	24,3	33,14	24,39
8	37,8	31,6	37,6	31,77	58	34,7	27,8	34,54	27,86
9	37,1	26,7	37,23	26,81	59	30,6	23,2	30,6	24,08
10	33,8	25,3	33,94	25,14	60	30,2	24,4	30,27	24,88
11	35,7	28,9	35,51	29,05	61	34,5	25,8	34,48	25,58
12	34,8	27,3	34,6	27,49	62	29,9	25,9	29,83	25,8
13	36,8	29,3	36,54	29,44	63	38,4	29,1	38,05	29,24
14	32,1	26,9	32,18	26,94	64	36,4	29,2	36,53	29,42
15	36,2	28,8	36,5	28,61	65	36,2	28,4	36,17	28,88
16	34,8	27	34,46	26,68	66	32,9	24,7	32,92	24,79
17	33,7	27,3	33,83	27,1	67	31,3	26,5	31,43	26,62
18	34,2	27,1	34,45	27,43	68	36,2	30,1	36,18	30,25
19	34,9	26,1	34,7	26,08	69	37,1	27,3	37,33	27,28
20	30,7	24,5	30,81	24,33	70	34,2	27,3	34,06	27,48
21	37,5	28,6	37,78	28,64	71	34,7	26,2	34,98	26,52
22	31,9	23,7	31,83	23,47	72	32,5	25,5	32,45	25,21
23	36,5	27,2	36,84	27,43	73	35,3	26,1	35,31	26,24
24	36,5	27,1	36,77	27,12	74	35,2	28	35,43	28,12
25	35,2	28,2	35,66	28,44	75	32,5	26,5	32,23	26,54
26	36,8	29,5	36,87	29,38	76	34,6	28,7	34,56	28,79
27	35,3	26,9	35,19	27,69	77	33,6	24,1	33,43	23,66
28	34,4	27,5	34,39	27,45	78	33	26,1	32,91	25,81
29	36	26,2	36,37	26,37	79	29,4	28,2	29,21	28,08
30	35,5	27,2	35,62	27,82	80	34	25,2	33,84	24,7
31	35,6	28,4	35,98	28,68	81	34,5	28,2	34,38	28,37
32	35,1	28	35,05	28,12	82	35,5	26,1	35,22	26,03
33	34,9	27,1	34,71	27,18	83	33,6	27,4	33,56	27,22
34	33,2	25,6	33,41	25,87	84	33,9	28,6	33,49	28,01
35	34,7	26,1	34,21	26,4	85	35,4	28,9	35,19	28,99
36	37,2	28,2	37,25	28,29	86	31,6	21,7	31,63	21,67
37	35,1	27,2	35,69	27,56	87	38,2	27,6	38,38	27,44
38	37,4	28,7	37,2	28,33	88	35,1	27,4	35,18	27,28
39	33,3	25,5	33,33	26,13	89	33,7	26,2	33,35	26,37
40	35,6	28,2	35,14	28,1	90	34,3	26	33,97	25,87
41	34,1	25,1	34,12	25,12	91	30	25,8	29,41	25,97
42	34,1	25,7	34,05	25,52	92	35,2	27,3	35,71	27,67
43	34,9	27	34,76	27,11	93	32,5	24,3	32,58	24,81
44	34,2	26,3	34,38	26,07	94	30,2	25,2	30,44	24,77
45	37,1	28,5	37,4	27,9	95	35,3	25,1	35,19	25,36
46	35,1	27,2	35,69	27,1	96	32,5	24,5	32,23	24,79
47	37,4	27,8	37,51	27,65	97	33,7	24,9	33,9	24,76
48	34,3	26,3	34,12	26,34	98	33	26,1	33,13	25,83
49	38,1	28,1	37,98	27,76	99	38	26,3	37,44	26,72
50	36,5	29,3	36,64	28,99	100	35,5	27,8	35,13	27,47

**Tabla 7: Resultados Anchuras bicaninas arcada superior (SUP) e inferior (INF) por cada uno de los Métodos.**

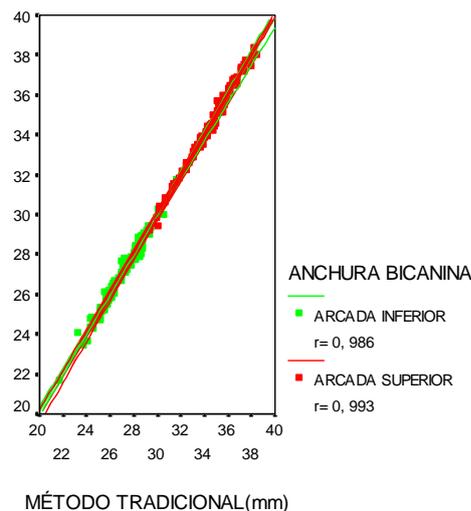
## RESULTADOS

---

Hemos realizado una gráfica de regresión lineal conjunta para las anchuras bicaninas de la arcada superior e inferior, representadas en la gráfica de la **Figura 12**.

En esta gráfica, en color verde aparecen los datos correspondientes a las anchuras bicaninas de la arcada inferior con valores más bajos, mientras que los datos en color rojo con valores mayores, representan las anchuras bicaninas de la arcada superior.

Los coeficientes de correlación son muy similares,  $r = 0,993$ ,  $r = 0,986$  y  $r = 0,998$ , para la arcada superior, inferior y la totalidad de los valores, respectivamente.



**Figura 12: Gráfica de regresión lineal. Anchuras bicaninas ambos Métodos de medición.**

En la **Tabla 8** de la página siguiente, vemos como los intervalos de las ordenadas en el origen y de las pendientes de las rectas de regresión lineal de la anchura bicanina incluyen el 0 y 1 respectivamente para todos los casos.

## RESULTADOS

		ANCHURA BICANINA		INTERVALO CONFIANZA 95%	
				LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
ARCADA SUPERIOR	ORDENADA ORIGEN	-0,315		-1,147	0,517
	PENDIENTE	1,009		0,985	1,033
ARCADA INFERIOR	ORDENADA ORIGEN	0,421		-0,479	1,321
	PENDIENTE	0,986		0,952	1,019
TOTAL	ORDENADA ORIGEN	0,143		-0,121	0,406
	PENDIENTE	0,996		0,987	1,004

**Tabla 8: Ordenadas en el origen y pendientes Anchuras bicaninas.**

A continuación presentamos la **Tabla 9**, donde comprobamos como el intervalo del total de las medias de las diferencias de todos los dientes incluye el 0.

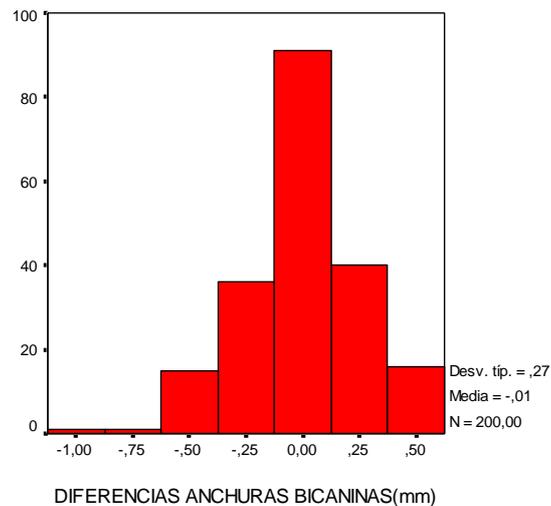
DIFERENCIAS ANCHURAS BICANINAS MÉTODO DIGITAL – MÉTODO TRADICIONAL				
A. BICANINA	MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
A. BICANINA SUPERIOR	0,007	-0,041 / 0,055	0,243	-0,59 / 0,59
A. BICANINA INFERIOR	0,032	-0,087 / 0,023	0,278	-0,88 / 0,60
TOTAL	0,013	-0,024 / 0,049	0,261	-0,60 / 0,88

**Tabla 9: Diferencias medias Anchuras bicaninas ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En la **Figura 9**, observamos como la mayoría de las diferencias de las 200 anchuras bicaninas se concentran en la parte central del diagrama, es decir en la parte correspondiente a valores de 0 mm, seguido de otros datos que se agrupan alrededor de valores de 0,25 mm.



**Figura 13: Diagrama de barras. Diferencias Anchuras bicaninas medias ambos Métodos de medición.**

Posteriormente y de igual manera, vamos a analizar la anchura bimolar.

En la **Tabla 10** de la siguiente página, mostramos todos los resultados para las anchuras bimolares de la arcada superior e inferior por cada uno de los diferentes *Métodos*.

## RESULTADOS

PTE	TRADICIONAL		DIGITAL		PCTE	TRADICIONAL		DIGITAL	
	SUP.	INF.	SUP.	INF.		SUP.	INF.	SUP.	INF.
1	36,6	27,7	36,83	27,82	51	33,7	27,4	33,61	27,4
2	35	28,2	34,55	28,22	52	32,7	24,6	32,62	24,63
3	36,8	27,1	36,79	27,12	53	34,2	25,9	34,05	26,18
4	35,9	26,9	36	26,94	54	36,4	25,6	36,76	25,66
5	35,8	28,6	35,72	28,93	55	31,4	25,9	31,54	25,68
6	33	25,3	33,18	25,25	56	36,7	30,5	36,45	30,02
7	33,4	25,5	33,53	25,26	57	33,2	24,3	33,14	24,39
8	37,8	31,6	37,6	31,77	58	34,7	27,8	34,54	27,86
9	37,1	26,7	37,23	26,81	59	30,6	23,2	30,6	24,08
10	33,8	25,3	33,94	25,14	60	30,2	24,4	30,27	24,88
11	35,7	28,9	35,51	29,05	61	34,5	25,8	34,48	25,58
12	34,8	27,3	34,6	27,49	62	29,9	25,9	29,83	25,8
13	36,8	29,3	36,54	29,44	63	38,4	29,1	38,05	29,24
14	32,1	26,9	32,18	26,94	64	36,4	29,2	36,53	29,42
15	36,2	28,8	36,5	28,61	65	36,2	28,4	36,17	28,88
16	34,8	27	34,46	26,68	66	32,9	24,7	32,92	24,79
17	33,7	27,3	33,83	27,1	67	31,3	26,5	31,43	26,62
18	34,2	27,1	34,45	27,43	68	36,2	30,1	36,18	30,25
19	34,9	26,1	34,7	26,08	69	37,1	27,3	37,33	27,28
20	30,7	24,5	30,81	24,33	70	34,2	27,3	34,06	27,48
21	37,5	28,6	37,78	28,64	71	34,7	26,2	34,98	26,52
22	31,9	23,7	31,83	23,47	72	32,5	25,5	32,45	25,21
23	36,5	27,2	36,84	27,43	73	35,3	26,1	35,31	26,24
24	36,5	27,1	36,77	27,12	74	35,2	28	35,43	28,12
25	35,2	28,2	35,66	28,44	75	32,5	26,5	32,23	26,54
26	36,8	29,5	36,87	29,38	76	34,6	28,7	34,56	28,79
27	35,3	26,9	35,19	27,69	77	33,6	24,1	33,43	23,66
28	34,4	27,5	34,39	27,45	78	33	26,1	32,91	25,81
29	36	26,2	36,37	26,37	79	29,4	28,2	29,21	28,08
30	35,5	27,2	35,62	27,82	80	34	25,2	33,84	24,7
31	35,6	28,4	35,98	28,68	81	34,5	28,2	34,38	28,37
32	35,1	28	35,05	28,12	82	35,5	26,1	35,22	26,03
33	34,9	27,1	34,71	27,18	83	33,6	27,4	33,56	27,22
34	33,2	25,6	33,41	25,87	84	33,9	28,6	33,49	28,01
35	34,7	26,1	34,21	26,4	85	35,4	28,9	35,19	28,99
36	37,2	28,2	37,25	28,29	86	31,6	21,7	31,63	21,67
37	35,1	27,2	35,69	27,56	87	38,2	27,6	38,38	27,44
38	37,4	28,7	37,2	28,33	88	35,1	27,4	35,18	27,28
39	33,3	25,5	33,33	26,13	89	33,7	26,2	33,35	26,37
40	35,6	28,2	35,14	28,1	90	34,3	26	33,97	25,87
41	34,1	25,1	34,12	25,12	91	30	25,8	29,41	25,97
42	34,1	25,7	34,05	25,52	92	35,2	27,3	35,71	27,67
43	34,9	27	34,76	27,11	93	32,5	24,3	32,58	24,81
44	34,2	26,3	34,38	26,07	94	30,2	25,2	30,44	24,77
45	37,1	28,5	37,4	27,9	95	35,3	25,1	35,19	25,36
46	35,1	27,2	35,69	27,1	96	32,5	24,5	32,23	24,79
47	37,4	27,8	37,51	27,65	97	33,7	24,9	33,9	24,76
48	34,3	26,3	34,12	26,34	98	33	26,1	33,13	25,83
49	38,1	28,1	37,98	27,76	99	38	26,3	37,44	26,72
50	36,5	29,3	36,64	28,99	100	35,5	27,8	35,13	27,47

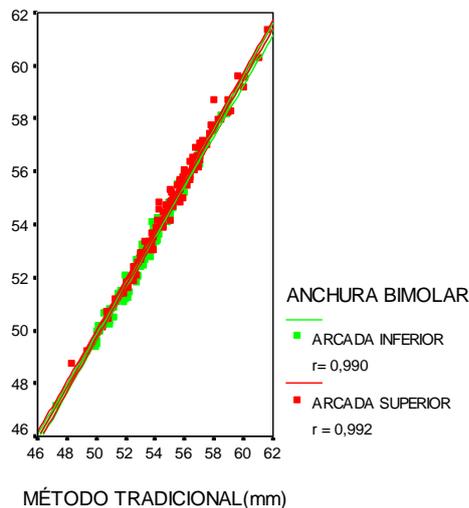
**Tabla 10: Resultados Anchuras bimolares arcada superior (SUP) e inferior (INF) por cada uno de los Métodos.**

## RESULTADOS

---

Igual que con las anchuras bicaninas, hemos realizado una misma gráfica para las anchuras bimolares de la arcada superior y para las anchuras bimolares de la arcada inferior, representadas en la gráfica de la **Figura 14**.

En esta gráfica, igual que en la de las anchuras bicaninas, en color verde aparecen los datos correspondientes a las anchuras bimolares inferiores mientras que los valores en color rojo, representan las superiores. En este caso y a diferencia con las anchuras bicaninas, los valores de la arcada superior e inferior son más similares y por tanto, ya no aparecen tan separados estando más mezclados en la propia recta.



**Figura 14: Gráfica de regresión lineal. Anchuras bimolares ambos Métodos de medición.**

Los coeficientes de correlación de las anchuras bimolares son de  $r = 0,990$ ,  $r = 0,988$  y de  $r = 0,993$  para la arcada superior, inferior y para todos los datos, respectivamente.

En la **Tabla 11**, apreciamos como el intervalo de confianza del 95% de la ordenada en el origen y de la pendiente incluyen el 0 y el 1.

## RESULTADOS

		ANCHURA BIMOLAR		INTERVALO CONFIANZA 95%		
ARCADA SUPERIOR			LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR		
	ORDENADA ORIGEN	0,926	-0,457	2,309		
	PENDIENTE	0,978	0,953	1,003		
ARCADA INFERIOR	ORDENADA ORIGEN	1,176	-0,281	2,633		
	PENDIENTE	0,971	0,944	0,998		
TOTAL	ORDENADA ORIGEN	0,417	-0,496	1,330		
	PENDIENTE	0,986	0,970	1,003		

**Tabla 11: Ordenadas en el origen y pendientes Anchuras bimolares.**

En la **Tabla 12**, comprobamos como el total de las medias de las diferencias es de tres décimas de mm, sin incluir en el intervalo de las diferencias el 0.

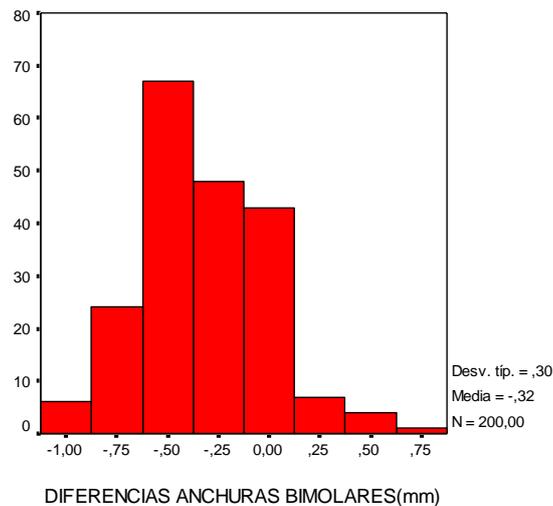
DIFERENCIAS ANCHURAS BIMOLARES MÉTODO DIGITAL – MÉTODO TRADICIONAL				
A. BIMOLAR	MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
SUPERIOR	-0,283	-0,345 / -0,22	0,314	-0,89 / 0,71
INFERIOR	-0,362	-0,418 / -0,306	0,284	-0,90 / 0,28
TOTAL	-0,322	-0,364 / -0,28	0,301	-0,90 / 0,71

**Tabla 12: Diferencias medias Anchuras bimolares ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En la **Figura 15**, tenemos representadas las mismas diferencias en un diagrama de barras, donde vemos como la mayoría de las diferencias de las 200 anchuras bimolares, se concentran en la parte lateral del diagrama, en vez de en la parte central, es decir en la parte correspondiente a valores entre -0,5 mm y -0,25 mm.



**Figura 15: Diagrama de barras. Diferencias Anchuras bimolares medias ambos Métodos de medición.**

La última de las medidas directas estudiadas en este trabajo, es la longitud de arcada.

En la **Tabla 13** de la siguiente página, mostramos todos los resultados para las longitudes de la arcada superior e inferior por cada uno de los diferentes *Métodos*.

## RESULTADOS

PTE	TRADICIONAL		DIGITAL		PTE	TRADICIONAL		DIGITAL	
	SUP.	INF.	SUP.	INF.		SUP.	INF.	SUP.	INF.
1	79,5	69,8	78,6	69,5	51	72	64,2	72,51	64,42
2	75,8	65,8	75,27	65,6	52	73,6	64,4	73,62	64,74
3	83,8	74,2	83,82	73,83	53	73,4	63	73,3	63,4
4	77,4	68,4	76,96	68,5	54	74,9	61,5	75,02	62,09
5	78	70,4	77,21	70,28	55	70	62,2	70,18	62,46
6	73	63,8	72,05	63,96	56	78,4	66,6	78,84	67,34
7	73	64	72,36	64,37	57	73,7	63,8	73,9	63,53
8	84,5	76,6	84,33	76,88	58	79,1	65,7	79,55	66,06
9	83,4	71	83,54	71,92	59	71,8	59,2	72,66	59,87
10	78,9	71,2	78,92	71,01	60	70,4	61,9	70	62,32
11	77,9	69,4	77,79	69,59	61	77,5	65,6	77,32	66,28
12	78,4	69,8	78,34	69,63	62	71	63,2	71,06	63,36
13	83,1	73	83,06	73,02	63	77,7	67,3	78,38	67,43
14	75,6	67,5	75,65	67,29	64	81,4	71	81,97	71,53
15	81,5	73,6	81,26	73,49	65	77,9	69	78,15	68,94
16	78,3	68,4	78,06	67,99	66	71,9	59,1	72,56	59,81
17	77,2	66	77,97	66,54	67	71,3	63,5	71,3	63,97
18	76,8	67,2	76,47	67,79	68	79,3	69,6	79,89	69,5
19	78,8	67,5	78,62	67,79	69	79,7	66,1	79,91	66,13
20	71,2	63,4	71,13	63,41	70	75,7	66,5	75,83	66,53
21	79,6	70,1	79,43	70,25	71	75,8	67,5	76,25	67,63
22	71,8	62	72,2	61,94	72	74	64,8	73,81	64,93
23	76,4	66,9	77,11	67,38	73	77,4	68,2	77,7	68,07
24	80,5	69,3	80,42	69,48	74	81,2	71,7	81,31	71,95
25	77	68,5	78,05	68,48	75	72,5	64,5	73,12	64,4
26	82,2	70,7	82,67	71,38	76	77,8	69	77,46	68,88
27	75,9	64,4	75,95	64,43	77	74,4	61,8	74,71	61,71
28	77,3	67,4	77,56	67,89	78	75,7	67,2	76,11	67,61
29	78,4	68,8	78,68	69,09	79	70,3	63,6	69,97	64,25
30	74,6	65,2	74,83	65,46	80	73,1	64,9	72,95	65,02
31	80,9	68,8	81,04	69,31	81	75,2	69,5	76,28	69,53
32	79	69,2	78,82	69,67	82	72,9	63,4	73,39	63,52
33	76,1	68,2	76,13	68,7	83	70,8	63,4	70,55	63,91
34	75,8	65,8	76,29	65,93	84	74,6	66,8	74,8	67,19
35	75,2	65,9	75,59	66,22	85	77,7	68,6	77,13	68,75
36	80,2	68,8	79,75	69,19	86	77,2	62	77,28	61,67
37	78,8	69	79,36	69	87	75,2	63,3	75,43	63,87
38	84,5	73,6	84,48	73,63	88	78,8	67,2	79,36	67,27
39	70	63,6	69,88	64,2	89	75,5	65,4	75,08	66,03
40	79	68,4	79,05	68,84	90	77,3	64,2	77,61	64,99
41	76,3	64,8	76,46	65,33	91	72,2	62,7	72,27	63,22
42	70,2	62,9	70,77	62,23	92	77,9	67,3	78,78	67,44
43	76,2	65,1	76,63	65,73	93	75,2	64,1	76,03	64,7
44	75,2	64	75,24	63,51	94	73,5	65	73,76	65,12
45	79	70,8	79,2	71,02	95	77,7	65,9	77,55	66,09
46	74,6	66,2	74,64	66,48	96	75,2	64,4	75,17	65,17
47	80,2	69,8	80,32	69,73	97	71,7	64	71,71	64,19
48	75,5	66,1	75,71	65,99	98	69,3	62,5	69,71	62,82
49	78,6	69	79,44	69,13	99	78,9	67,4	78,83	67,84
50	77,4	68,2	77,37	68,2	100	82,7	71,2	82,43	71,86

**Tabla 13: Resultados Longitudes arcada superior (SUP) e inferior (INF) por cada uno de los Métodos.**

## RESULTADOS

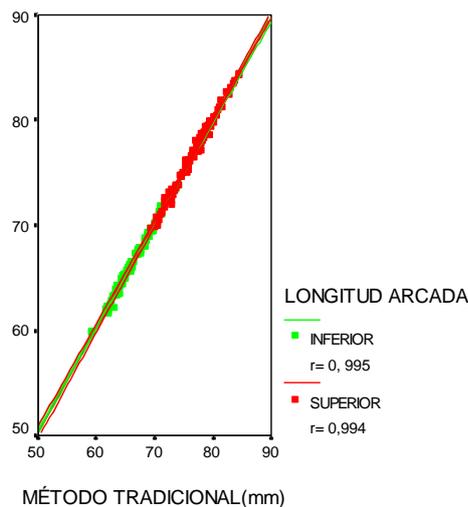
---

En la **Figura 16**, observamos la gráfica en la cual hemos representado las longitudes de arcada superiores e inferiores.

Igual que en las gráficas anteriores, en color verde aparecen los datos correspondientes a las longitudes de la arcada inferior mientras que los valores en color rojo, representan los de la arcada superior.

Los coeficientes de correlación de las rectas de regresión para la longitud de arcada son de  $r = 0,994$ ,  $r = 0,995$  y  $r = 0,996$  para la arcada superior, inferior y el total respectivamente.

Se trata de coeficientes de correlación muy elevados y prácticamente idénticos entre sí.



**Figura 16: Gráfica de regresión lineal. Longitud de arcada ambos Métodos de medición.**

En la **Tabla 14**, observamos que el intervalo de la ordenada en el origen incluye el 0 para la longitud de la arcada superior y la totalidad de los dientes, pero no para la longitud de la arcada inferior. Sin embargo, la pendiente de la recta de regresión incluye el 1 en el intervalo de confianza del 95% en los tres casos.

## RESULTADOS

LONGITUD ARCADA		INTERVALO CONFIANZA 95%		
ARCADA SUPERIOR			LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
	ORDENADA ORIGEN	0,683	-1,062	2,428
	PENDIENTE	0,993	0,970	1,015

ARCADA INFERIOR	ORDENADA ORIGEN	1,469	0,199	2,738
	PENDIENTE	0,981	0,962	1,000

ARCADA TOTAL	ORDENADA ORIGEN	0,058	-0,501	0,616
	PENDIENTE	0,984	0,928	1,040

**Tabla 14: Ordenadas en el origen y pendientes Longitud de arcada.**

En la **Tabla 15**, representamos la media de las diferencias de la longitud de arcada y comprobamos como esta es de menos de 2 décimas de mm, sin incluir el 0 en el intervalo.

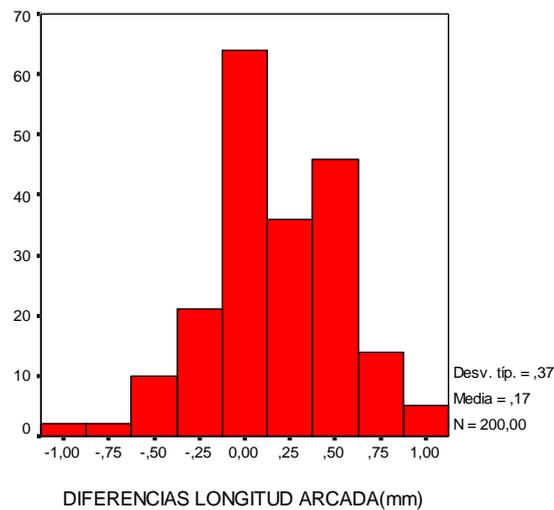
DIFERENCIAS LONGITUDES DE ARCADA(LG) MÉTODO DIGITAL – MÉTODO TRADICIONAL				
LG ARCADA	MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
SUPERIOR	0,171	0,120 / 0,222	0,367	-0,950 / 1,08
INFERIOR	0,222	0,158 / 0,285	0,320	-0,670 / 0,92
TOTAL	0,171	0,120 / 0,222	0,367	-0,95 / 1,08

**Tabla 15: Diferencias medias Longitudes de arcada ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

A continuación, tenemos representadas las mismas diferencias anteriores en la **Figura 17**, en un diagrama de barras, donde vemos como la mayoría de las diferencias de las 200 longitudes de arcada se concentran en la parte central del mismo, con valores entre 0-0,5 mm.



**Figura 17: Diagrama de barras. Diferencias longitudes de arcada medias ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

Cabe señalar que, aunque las discrepancias entre los dos *Métodos* sean pequeñas en todos los casos analizados haciendo una sola medida, éstas pueden reducirse y mejorar su precisión si se repiten en tres ocasiones diferentes.

Dado que disponíamos de la información de los 20 modelos de estudio medidos en tres ocasiones distintas y sucesivas, hemos estudiado los resultados después de haber analizado los de las medidas directas realizadas en una sola ocasión.

Para cada una de las medidas directas, se realizaron gráficas de regresión lineal que relacionaban los datos medios obtenidos como resultado de las tres mediciones de cada medida directa por los dos *Métodos* de medición: *el Tradicional y el Digital*, es decir se realizó una media de las medidas apareadas.

Los coeficientes de correlación obtenidos en la gráficas de regresión lineal fueron de  $r = 0,999$  para los tamaños dentarios, anchura bicanina y longitud de arcada, mientras que para la anchura bimolar fue de  $r = 0,998$ .

Observamos como si las medidas se realizan en tres ocasiones diferentes los coeficientes obtenidos son muy elevados.

## RESULTADOS

---

Posteriormente, para cada una de estas gráficas de regresión lineal, se estudió tanto el intervalo de la ordenada en el origen como el de la pendiente de la recta, para de esta manera comprobar si los dos *Métodos* eran idénticos.

En la **Tabla 16**, hemos representado todas ellas, comprobando que en todos los casos, los intervalos de las pendientes incluyen el 1 y los de las ordenadas en el origen incluyen el 0.

VALORES MEDIOS TRES MEDICIONES			INTERVALO CONFIANZA 95%	
			LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
TAMAÑOS DENTARIOS	Ordenada origen	0,009	-0,036	0,017
	Pendiente	1,002	0,999	1,005
A. BICANINAS	Ordenada origen	0,106	-0,334	0,546
	Pendiente	0,997	0,983	1,011
A. BIMOLARES	Ordenada origen	0,13	-0,91	1,17
	Pendiente	0,993	0,974	1,01
LONGITUD ARCADA	Ordenada origen	0,485	-0,053	1,022
	Pendiente	0,994	0,986	1,001

**Tabla 16: Ordenadas en el origen y pendientes.  
Valores medios.**

## RESULTADOS

---

### VI.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.

Tras estudiar los resultados de los datos directos, vamos a analizar los resultados de los datos indirectos, los cuales dependen directamente de los anteriores.

A continuación, mostramos en la siguiente página, la **Tabla 17**, donde representamos todos los resultados de los índices de Bolton Anterior y Total para cada paciente por los dos *Métodos* estudiados en el presente trabajo y parte fundamental del mismo.

En ella, aparecen los resultados representados en diferentes colores para aumentar la comprensión de los resultados.

Tanto para el Índice de Bolton Anterior como Total, en color negro aparecen todos aquellos valores que no presentan ninguna discrepancia en el mismo, mientras que los de color azul, muestran los datos que presentan alteraciones en el Índice de Bolton localizadas por ambos *Métodos* de medición.

Los valores que aparecen en color verde y rojo, representan alteraciones del Índice de Bolton Total ó Anterior que han sido detectadas por tan solo uno de los *Métodos* de medición.

De los 100 pacientes seleccionados para el presente estudio, las alteraciones del Índice de Bolton tanto Anterior como Total se detectaron de manera diferente con ambos procedimientos como veremos a continuación:

## RESULTADOS

PTE	I.B.A		I.B.T		PTE	I.B.A		I.B.T	
	TRAD	DIG	TRAD	DIG		TRAD	DIG	TRAD	DIG
1	78	77,72	91,8	91,97	51	77,8	77,97	93,1	92,89
2	79,3	79,15	91,1	91,17	52	75,5	75,47	91,6	91,74
3	77,6	76,88	91,2	91,53	53	74,8	75,08	89,1	89,37
4	78	77,81	91,5	92,42	54	73,6	74,17	88,3	88,81
5	81,2	82,59	94,2	95,29	55	78,5	78,66	93,6	93,88
6	76,4	77,36	89,4	90,15	56	77,8	77,27	91,7	91,66
7	79,3	79,36	91,6	91,63	57	76,7	76,64	91,3	91,56
8	81,6	80,51	94,9	94,59	58	77,6	76,93	91,3	91,24
9	75,3	76,22	88,9	89,41	59	71	71,09	88,8	88,74
10	80,5	80,35	95,5	95,07	60	78,4	78,85	90,4	90,73
11	79,4	80,1	92,8	93,45	61	73,9	74,29	90,6	91,36
12	80,6	80,35	95,4	94,85	62	76	75,27	90,6	90,37
13	80,3	80,44	92,6	92,44	63	73,4	73,73	89,2	89,58
14	81,3	81,09	92	91,97	64	77,8	78,47	92,8	93,36
15	80,3	80,85	94,7	95,39	65	74,3	74,49	89,7	89,7
16	78,3	77,94	92	92,11	66	71,6	72,05	88,2	88,48
17	75,9	76	91	90,59	67	81,4	81,54	94,6	94,76
18	81,3	81,5	93,1	93,81	68	78,1	77,34	89,3	88,72
19	75,9	76,68	89,7	90,38	69	75,1	74,65	89,5	89,35
20	83,5	83,28	95,3	95,18	70	80,5	80,95	91,9	91,92
21	76,6	76,86	91,3	91,35	71	76,3	76,89	88,6	88,81
22	80,5	80,5	95,4	95,31	72	80,8	81,03	93,3	93,37
23	79,1	78,99	92,5	92,18	73	76	75,61	92,4	92,18
24	78,7	78,95	92,4	92,51	74	79,9	79,6	94,4	93,87
25	80,8	80,75	92,7	92,37	75	81,5	81,99	93,7	93,91
26	78,3	78,82	90,5	90,82	76	81,9	82,25	93	93,28
27	76,9	76,46	91	90,56	77	79,4	78,67	92,6	91,82
28	76,5	76,74	90,5	90,37	78	77	77,64	90,4	90,86
29	77,7	78,11	94,4	94,73	79	79,7	80,31	90,4	90,63
30	79,3	80,15	93,4	93,56	80	81,4	79,9	91,9	91,36
31	73,6	74,1	88,7	89,17	81	76,4	76,18	91,1	90,97
32	78,9	79,29	92,6	92,93	82	76,6	76,81	91,6	91,79
33	79,6	79,65	93,9	94,08	83	82	82,49	93	93,45
34	80,6	80,14	92,7	92,26	84	76,1	76	91	90,98
35	80,1	79,77	94,7	94,33	85	75,5	76,23	89	89,44
36	75,9	76,92	89,7	90,32	86	78,9	79,32	90,36	90,42
37	80,5	80,06	94	92,89	87	77	77,36	87,6	87,71
38	78,7	78,67	92,6	92,55	88	76,9	75,95	90,1	89,67
39	81,4	81,61	97,1	97,76	89	79,1	80,22	92,1	92,71
40	75,5	75,82	89,5	89,62	90	80	79,62	93,1	93,25
41	73,9	74,38	89,5	90,19	91	79,9	79,62	93,3	93,25
42	80,1	78,62	93,5	92,76	92	79,6	79,5	90,1	89,92
43	77,9	78,68	90,7	91,04	93	79,2	80,08	89,2	89,82
44	72,9	73,56	89,7	89,9	94	82	81,7	92,3	92,27
45	77,1	77,35	94,1	94,42	95	79,1	79,19	94,2	94,32
46	80,1	80,54	92,9	92,87	96	74,4	75,05	91,2	91,42
47	80,6	80,33	92,2	92,27	97	78,3	79,36	93,4	94,12
48	79	78,45	92,7	92,38	98	81	81,15	92,8	92,92
49	76,2	75,84	92,6	92,36	99	79,2	80,37	94	94,61
50	79,3	79,17	91	90,68	100	79	78,75	94,1	94,3

**Tabla 17: Alteraciones del Índice de Bolton Anterior (I.B.A) y Total (I.B.T) ambos Métodos.**

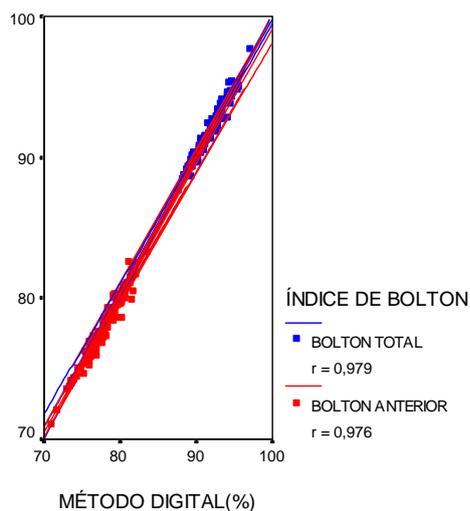
## RESULTADOS

---

En segundo lugar, vemos la gráfica de regresión lineal que compara los resultados por ambos procedimientos.

En este caso, hemos realizado una sola gráfica para el Índice de Bolton Anterior y para el Índice de Bolton Total representada en la gráfica de la **Figura 18**, donde en azul aparecen los resultados del Índice de Bolton Total, mientras que en color rojo, mostramos los del Índice de Bolton Anterior.

Los coeficientes de correlación son muy elevados y similares entre sí, estos son de  $r = 0,976$  y de  $r = 0,979$  para el Índice de Bolton Anterior y Total respectivamente.



**Figura 18: Gráfica de regresión lineal. Índice de Bolton Anterior y Total ambos Métodos de medición.**

En la **Tabla 18**, comprobamos como el intervalo de confianza del 95% de la ordenada en el origen y de la pendiente de la recta de regresión lineal, incluyen el 0 y el 1 respectivamente y exclusivamente para el Índice de Bolton Total. Para el Índice de Bolton Anterior las diferencias son insignificantes.

## RESULTADOS

ÍNDICE BOLTON			INTERVALO CONFIANZA 95%	
BOLTON ANTERIOR			LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
	ORDENADA ORIGEN	3,775	0,444	7,107
	PENDIENTE	0,953	0,911	0,996

BOLTON TOTAL	ORDENADA ORIGEN	3,419	-0,275	7,113
	PENDIENTE	0,964	0,924	1,004

**Tabla 18: Ordenadas en el origen y pendientes Índices de Bolton.**

De igual manera, en la **Tabla 19**, observamos como el total de las medias de las diferencias entre los valores del Índice de Bolton tanto Anterior como Total es de 1 décima de mm, sin incluir el 0 en su intervalo de confianza.

DIFERENCIAS INDICE DE BOLTON MÉTODO DIGITAL – MÉTODO TRADICIONAL				
I. BOLTON ANTERIOR	MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
		0,11	0,001 / 0,219	0,55

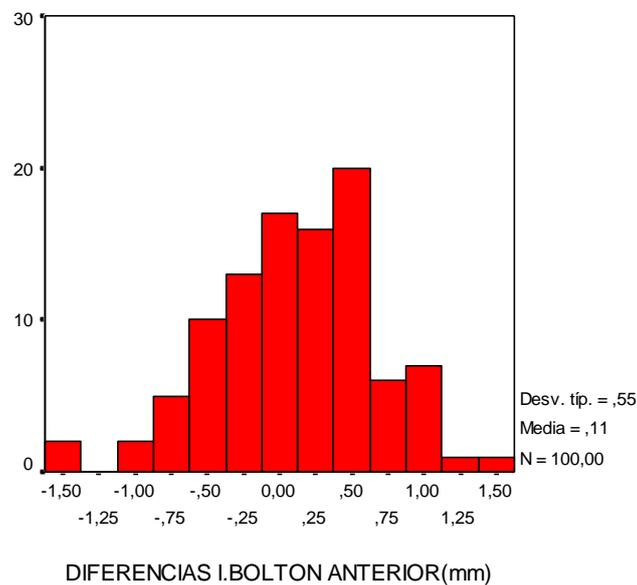
I. BOLTON TOTAL	0,11	0,026 / 0,185	0,40	-1,11 / 1,09
-----------------	------	---------------	------	--------------

**Tabla 19: Diferencias medias Índices de Bolton ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

De igual manera, vemos estas mismas diferencias representadas en la **Figura 19**, en un diagrama de barras, donde podemos observar cómo la mayoría de los pacientes seleccionados en este trabajo, tienen sus diferencias para el Índice de Bolton Anterior entre el *Método Digital y el Tradicional*, situadas en la parte media del diagrama de barras, con valores entre 0 y 0,50 mm.

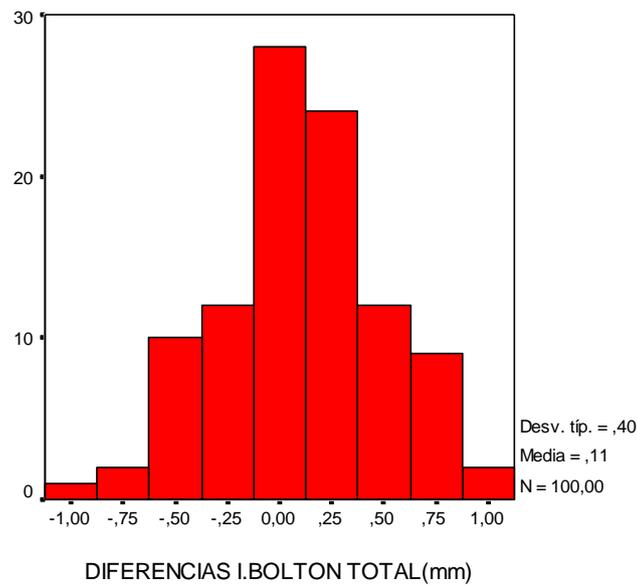


**Figura 19: Diagrama de barras. Diferencias medias Índice de Bolton Anterior ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En la **Figura 20**, comprobamos como la mayoría de los pacientes seleccionados para este trabajo, presentan sus diferencias entre el Índice de Bolton Total para el *Método Digital y el Tradicional* situadas claramente en la parte media del diagrama de barras, donde los valores son entre 0 y 0,25 mm.



**Figura 20: Diagrama de barras. Diferencias medias Índice de Bolton Total ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

Las alteraciones que se localizaron para el Índice de Bolton Anterior las hemos representado en la **Figura 21**.

- En primer lugar, con ambos *Métodos* de medición, fueron detectados 24(24%) pacientes que presentaban alteraciones del Índice de Bolton Anterior, valores que se representan en la columna de color verde de menor altura en la parte de la izquierda de la gráfica.
- En segundo lugar, con ambos *Métodos* de medición, fueron detectados 66(66%) pacientes que no tenían alteraciones del Índice de Bolton Anterior, valores que aparecen en la columna de color verde de mayor altura en la parte izquierda de la gráfica.
- En tercer lugar, con el *Método Tradicional*, 7(7%) pacientes tenían alteraciones del Índice de Bolton Anterior que no fueron detectadas por el *Método Digital*. Estas se muestran en la columna de color rojo de mayor altura en la parte derecha de la gráfica.
- Y por último, con el *Método Digital*, fueron detectados 3(3%) pacientes que presentaban discrepancias en el Índice de Bolton Anterior y cuyas discrepancias no fueron localizadas por el *Método Tradicional*. Estas alteraciones aparecen en la columna de color rojo de menor altura en la gráfica.

## RESULTADOS

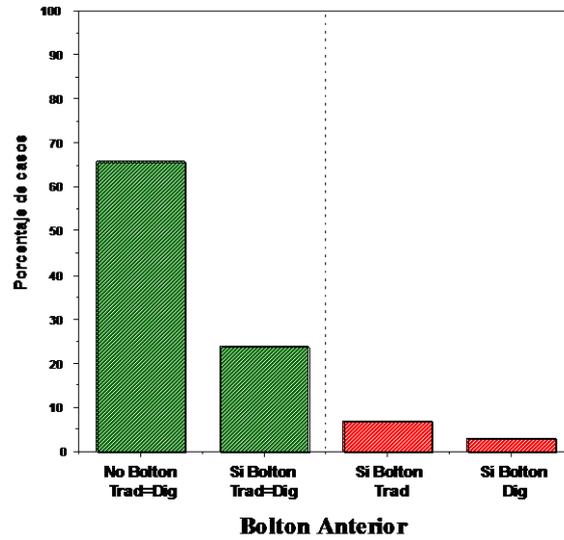
---

Mientras que las alteraciones dentarias que se detectaron para el Índice de Bolton Total las hemos plasmado en la **Figura 22**.

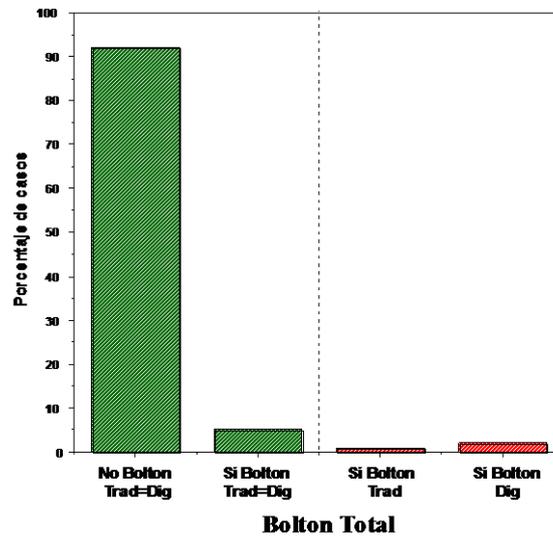
- En primer lugar, con ambos *Métodos* de medición, fueron detectados 5(5%) pacientes que tenían alteraciones del Índice de Bolton Total, valores que aparecen en la columna de color verde de menor altura en la parte izquierda de la gráfica.
- En segundo lugar, con ambos *Métodos* de medición, fueron detectados 92(92%) pacientes que no presentaban alteraciones del Índice de Bolton Total, valores que se muestran en la columna de color verde de mayor altura en la parte izquierda de la gráfica.
- En tercer lugar, con el *Método Tradicional*, 1(1%) solo paciente presentó alteraciones del Índice de Bolton Total que no fué detectada por el *Método Digital*. Esta alteración aparecen en la columna de color rojo de menor altura en la parte derecha de la gráfica.
- Y por último, con el *Método Digital*, fueron detectados 2(2%) pacientes que tenían discrepancias en el Índice de Bolton Total y que no fueron localizadas por el *Método Tradicional*. Estas alteraciones aparecen en la columna de color rojo de mayor altura en la parte derecha de la gráfica.

## RESULTADOS

---



*Figura 21: Detección de alteraciones del Índice de Bolton Anterior ambos Métodos de Medición.*



*Figura 22: Detección de alteraciones del Índice de Bolton Total ambos Métodos de Medición.*

## RESULTADOS

---

Por lo tanto y tras observar las gráficas de la página anterior, comprobamos como las alteraciones del Índice de Bolton Anterior son más numerosas que las del Total, tanto por un *Método* de medición como por el otro.

Otra de las medidas indirectas importante, es la discrepancia oseodentaria.

En la **Tabla 20** de la siguiente página, mostramos todos los resultados para las discrepancias oseodentarias de la arcada superior e inferior por cada uno de los diferentes *Métodos*.

## RESULTADOS

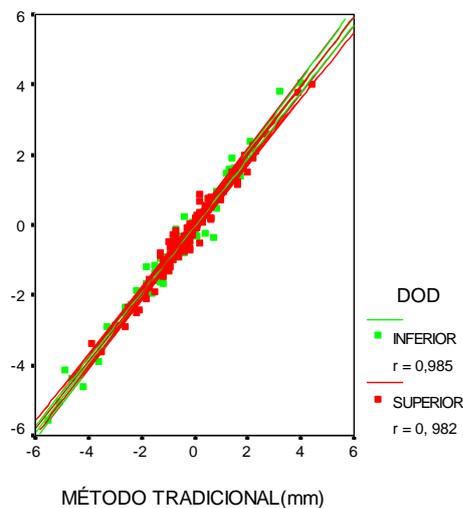
PTE	TRADICIONAL		DIGITAL		PTE	TRADICIONAL		DIGITAL	
	SUP.	INF.	SUP.	INF.		SUP.	INF.	SUP.	INF.
1	-0,2	-1,2	-0,71	-1,18	51	0	0	-0,03	-0,05
2	-1,1	-1,8	-1,25	-1,86	52	0,3	0,8	0,09	0,95
3	-0,7	-1,2	-0,32	-1,31	53	1,4	1,2	1,4	1,48
4	-0,6	-0,1	-0,76	-0,29	54	1,9	0,1	1,97	0,19
5	-0,2	-0,4	-0,67	-0,8	55	-1,2	-0,8	-1	-0,76
6	-1,2	-0,4	-1,49	0,23	56	-0,2	-2	-0,31	-1,92
7	0,2	-0,6	-0,52	-0,3	57	-1,1	-1,2	-1,15	-1,65
8	3,9	3,2	3,77	3,83	58	0,3	-3,1	0,17	-3,07
9	-1,9	-0,2	-1,99	-0,12	59	-1	-1,5	-0,47	-1,15
10	-1	-2,2	-1,33	-2,11	60	1,6	1,5	1,22	1,61
11	-1	-0,4	-0,93	-0,43	61	-1,2	-2,6	-1,35	-2,49
12	0,6	-1,2	0,17	-0,92	62	-2,2	0	-2,51	0,05
13	0,1	-0,4	0,02	-0,48	63	-1,28	0,1	-0,87	-0,31
14	-0,9	-0,6	-0,84	-0,85	64	-0,8	-0,6	-0,28	-0,52
15	-0,3	0	-0,06	-0,26	65	-1,7	0,8	-1,72	0,47
16	-0,3	-1,2	-0,26	-1,48	66	-0,8	-1,5	-0,46	-1,35
17	2	1,6	1,52	1,44	67	1,9	1,3	1,85	1,58
18	-0,2	-1,2	-0,46	-0,93	68	-1,8	0,8	-1,76	0,95
19	-0,6	-0,5	-0,71	-0,53	69	1,5	-1,1	1,34	-1,11
20	0,1	-1,6	-0,06	-1,6	70	0,9	-0,7	0,93	-0,88
21	-0,8	0,3	-0,93	0,34	71	0,4	1,7	0,54	1,41
22	0	-3,6	0,03	-3,91	72	-0,6	-2	-0,92	-2,03
23	0,5	-0,7	0,75	-0,32	73	0,4	0,4	0,5	-0,24
24	2,3	-0,3	2,09	-0,41	74	4,4	2,1	4,02	2,37
25	0,2	-1,1	0,87	-1,24	75	-0,7	-1,3	-0,14	-1,63
26	0,6	0,5	0,79	0,76	76	0,6	-1,6	0,19	-1,95
27	0,3	-2	0,19	-1,97	77	-1,2	-4,6	-1,14	-4,37
28	-0,2	0	-0,3	0,17	78	-1,9	-0,2	-1,82	-0,45
29	0	-1,2	0,09	-1,39	79	-0,9	1,4	-1,18	1,92
30	0,6	-0,2	0,55	-0,22	80	1,1	-0,7	0,97	-0,12
31	-1,1	-0,2	-1,02	-0,03	81	-3,9	0,3	-3,37	0,07
32	0,6	0	0,19	0,07	82	-2,5	-1,8	-2,33	-1,97
33	0,1	-0,8	0,17	-0,47	83	-2,1	-1,8	-2,43	-1,75
34	-0,2	-2,4	0,04	-2,26	84	2,7	4	2,59	4,04
35	1,4	-1,3	1,52	-0,96	85	-2,6	-0,6	-2,91	-0,65
36	1	1,4	0,73	1,37	86	-0,4	-4,2	-0,33	-4,62
37	0,2	-1,4	0,34	-1,31	87	-3	-3,3	-2,85	-2,91
38	1,8	0,2	1,84	0,22	88	-0,3	-0,8	-0,63	-0,98
39	-0,8	-1,8	-1	-1,66	89	-1,7	-2,6	-1,79	-2,34
40	-3,5	-2	-3,62	-1,93	90	-0,9	-4,9	-0,64	-4,14
41	0	-0,4	0,18	-0,5	91	2,2	-0,1	1,89	0,06
42	0,1	-0,3	0,28	-0,69	92	-1,3	-1,7	-0,8	-1,67
43	-0,6	-1,1	-0,42	-0,98	93	1,6	0,5	1,15	0,47
44	0,1	0,7	0,08	-0,35	94	0,5	-0,2	0,51	-0,17
45	2,2	1,6	2,25	1,46	95	-1,5	-5,5	-1,89	-5,58
46	0,1	-0,8	-0,01	-0,75	96	-1,8	-2,2	-2,09	-1,85
47	1,1	-0,6	1,08	-0,9	97	-1,7	-1	-1,54	-1,32
48	0,6	-0,1	0,5	-0,05	98	-3	-1,5	-2,95	-1,58
49	0,2	0,4	0,67	0,57	99	-1,1	-5,1	-1	-5,04
50	-0,4	0	-0,77	-0,08	100	-0,1	-1,8	-0,27	-1,19

**Tabla 20: Resultados Discrepancia oseodentaria superior (SUP) e inferior (INF) ambos Métodos.**

## RESULTADOS

---

En la **Figura 23**, observamos que cuando analizamos las gráficas separando los datos por arcadas para la discrepancia oseodentaria, obtenemos coeficientes de correlación elevados y similares,  $r = 0,982$  y  $r = 0,985$  para la arcada superior e inferior respectivamente, mientras que cuando estudiamos los datos de manera conjunta, el coeficiente de correlación es similar a los dos anteriores, es de  $r = 0,984$  y también muy elevado.



**Figura 23: Gráfica de regresión lineal. Discrepancia oseodentaria ambos Métodos de medición.**

En la **Tabla 21**, vemos como el intervalo de confianza del 95% de la pendiente incluye el 1 solo en la discrepancia oseodentaria inferior, mientras que el intervalo de confianza de la ordenada en el origen incluye el 0 en los tres casos, discrepancia oseodentaria superior, inferior y total.

## RESULTADOS

DISCREPANCIA OSEODENTARIA		INTERVALO CONFIANZA 95%		
ARCADA SUPERIOR			LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
	ORDENADA ORIGEN	-0,045	-0,097	0,08
	PENDIENTE	0,958	0,921	0,994

ARCADA INFERIOR	ORDENADA ORIGEN	0,008	-0,054	0,069
	PENDIENTE	0,988	0,953	1,024

ARCADA TOTAL	ORDENADA ORIGEN	-0,023	-0,63	0,17
	PENDIENTE	0,972	0,948	0,997

**Tabla 21: Ordenadas en el origen y pendientes Discrepancias oseodentarias.**

Observamos en la **Tabla 22**, como el total de las medias de las diferencias de las discrepancias oseodentarias es tan solo de una centésima de mm, incluyendo el 0 en el intervalo de las mismas.

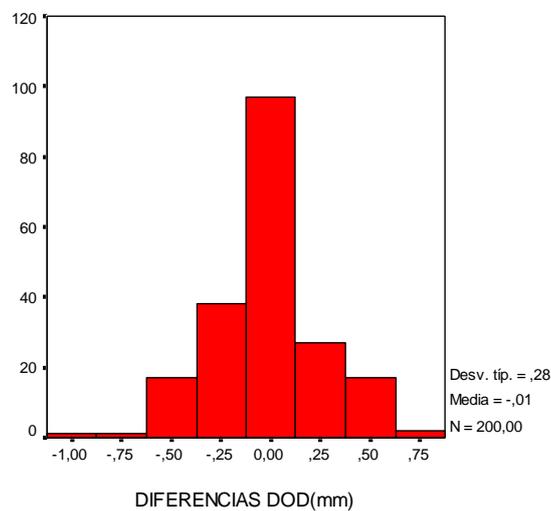
DIFERENCIAS DISCREPANCIA OSEODENTARIA(DOD) MÉTODO DIGITAL – MÉTODO TRADICIONAL				
DOD ARCADA	MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
SUPERIOR	-0,04	-0,090 / 0,017	0,27	-0,72 / 0,67
INFERIOR	0,02	-0,039 / 0,072	0,28	-1,05 / 0,76
TOTAL	-0,01	-1,05 / 0,76	0,27	-0,005 / 0,028

**Tabla 22: Diferencias medias discrepancias oseodentarias ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

De igual manera, vemos los mismos datos de la **Tabla 22**, pero esta vez representados en el diagrama de barras de la **Figura 24**, donde podemos comprobar como la mayoría de los pacientes seleccionados en este trabajo, tienen sus diferencias entre la discrepancia oseodentaria medida con el *Método Digital* y el *Tradicional* situadas en la parte media del diagrama de barras, con valores de 0 mm.



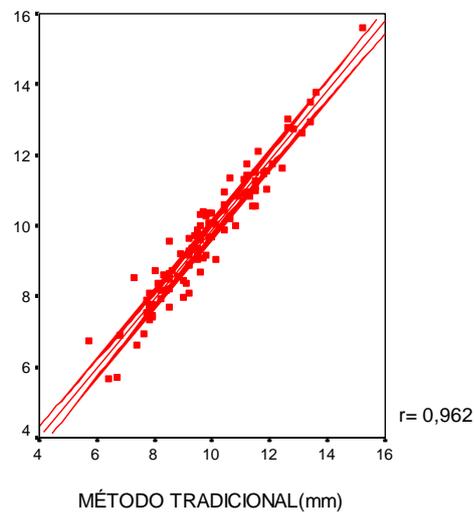
**Figura 24: Diagrama de barras. Diferencias medias Discrepancias oseodentarias ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

Los resultados de las diferencias entre las arcadas dentarias, los estudiaremos de manera conjunta en las **Figuras 25, 26 y 27**.

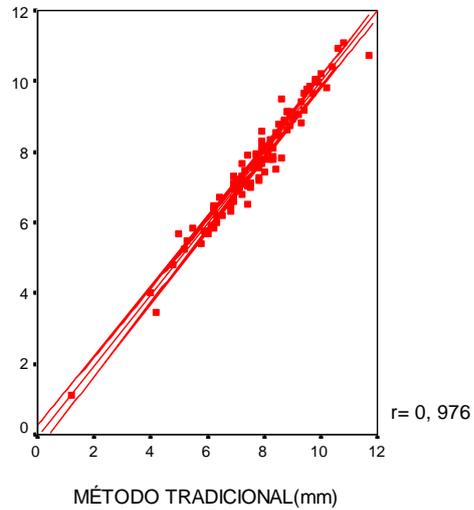
Los coeficientes de correlación obtenidos en ellas fueron similares, de  $r = 0,962$ ,  $r = 0,976$  y  $r = 0,953$  para la diferencia en la longitud de arcada, en la anchura bicanina y bimolar respectivamente.



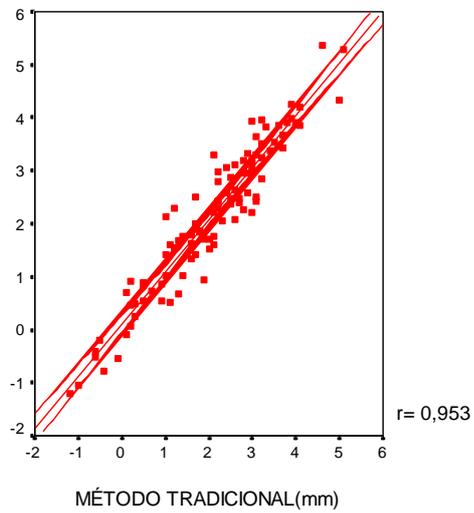
**Figura 25: Gráfica de regresión lineal. Diferencia en la longitud de arcada ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---



**Figura 26: Gráfica de regresión lineal. Diferencia Anchura bicanina ambos Métodos de medición.**



**Figura 27: Gráfica de regresión lineal. Diferencia anchura bimolar ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

En la siguiente **Tabla 23**, observamos como todos los intervalos de las pendientes y las ordenadas en el origen de todas las diferencias de la arcada entre ambos *Métodos* de medición, incluyen el 1 y 0 respectivamente.

DIFERENCIAS ARCADAS DENTARIAS			INTERVALO CONFIANZA 95%	
			LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
LONGITUD ARCADEA	ORDENADA ORIGEN	0,058	-0,501	0,616
	PENDIENTE	0,984	0,928	1,040
A. BICANINAS	ORDENADA ORIGEN	-0,087	-0,441	0,266
	PENDIENTE	1,006	0,961	1,051
A. BIMOLARES	ORDENADA ORIGEN	0,111	-0,045	0,268
	PENDIENTE	0,985	0,922	1,048

**Tabla 23 Ordenadas en el origen y pendientes Diferencias arcada dentaria.**

A continuación presentamos la **Tabla 24**, donde observamos la media de las diferencias entre los datos por ambos procedimientos.

DIFERENCIAS LONGITUD ARCADEA MÉTODO DIGITAL – MÉTODO TRADICIONAL				
DIF. LONGITUD ARCADEA	MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
DIF. LONGITUD ARCADEA	-0,101	-0,120 / -0,002	0,498	-1,11 / 1,24
DIF. ANCHURA BICANINA	-0,039	-0,196 / 0,031	0,355	-0,98 / 0,90
DIF. ANCHURA BIMOLAR	0,079	0,005 / 0,164	0,426	0,96 / 1,21

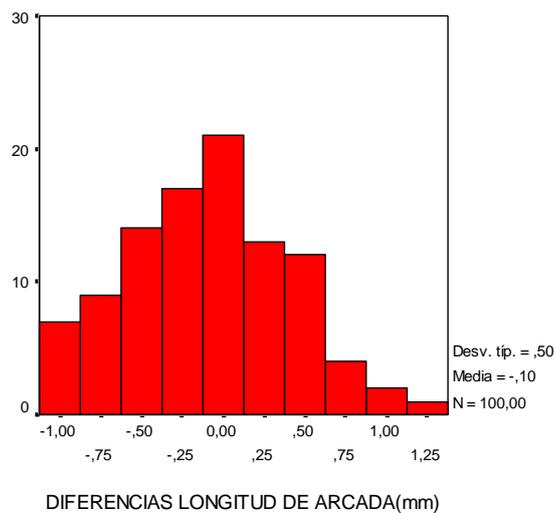
**Tabla 24: Diferencias medias de las diferencias de arcada dentaria ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En esta **Tabla 24**, comprobamos como los intervalos de la medias de las diferencias solo incluyen el 0 para las anchuras bicaninas, siendo las otras insignificantes.

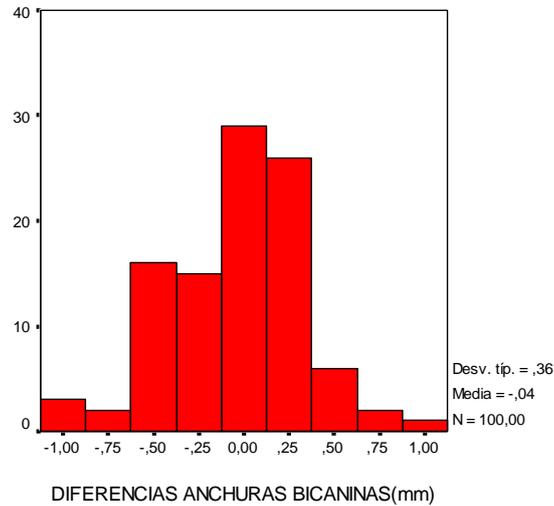
A continuación, tenemos representadas en las **Figuras 28, 29 y 30**, estas mismas diferencias en diagramas de barras, para las diferencias en la longitud de arcada, anchura bicanina y bimolar respectivamente, donde comprobamos como la mayoría de estas diferencias se concentran alrededor de los valores entre 0 y 0,25 mm.



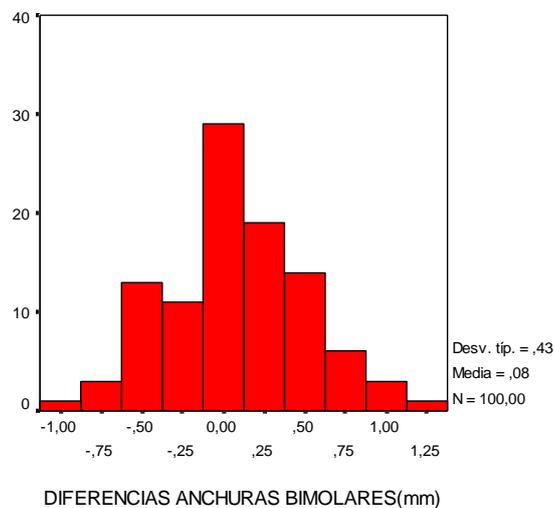
**Figura 28: Diagrama de barras. Diferencias en la Diferencias de las longitudes de arcada ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---



**Figura 29: Diagrama de barras. Diferencias en las Diferencias de las anchuras bicáninas ambos Métodos de medición.**



**Figura 30: Diagrama de barras. Diferencias en las Diferencias de las anchuras bimolares ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

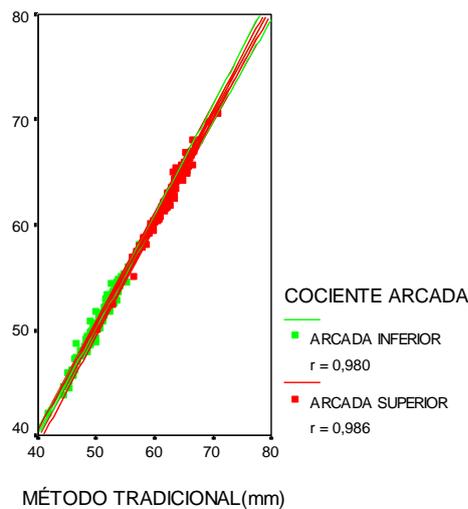
---

Finalmente, la última medida indirecta que vamos a analizar es el cociente de la arcada dentaria.

Hemos realizado una recta de regresión para estos cocientes de la arcada superior y la arcada inferior representados en la **Figura 31**.

Los coeficientes de regresión lineal para el cociente de las arcadas son de  $r = 0,986$  y de  $r = 0,980$  para la arcada superior e inferior respectivamente. Los datos que se muestran en color verde corresponden a los de la arcada inferior, mientras que los de color rojo son los de la arcada superior.

Para el cociente de ambas arcadas tomadas de manera conjunta, el coeficiente de regresión lineal es mayor, de  $r = 0,996$ .



**Figura 31: Gráfica de regresión lineal. Cociente anchura arcada dentaria ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En la **Tabla 25**, podemos comprobar que el intervalo de confianza de la ordenada en el origen y de la pendiente de los cocientes de la anchura de la arcada incluye el 0 y el 1 respectivamente.

COCIENTE ANCHURAS		INTERVALO CONFIANZA 95%		
ARCADA TOTAL		LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	
	ORDENADA ORIGEN	0,521	-0,170	1,21
	PENDIENTE	0,997	0,985	1,009

**Tabla 25: Ordenadas en el origen y pendientes Cocientes arcada dentaria.**

En la **Tabla 26**, vemos como la media de las diferencias entre ambos *Métodos* es de 3 décimas de mm, sin incluir el 0 en el intervalo de confianza.

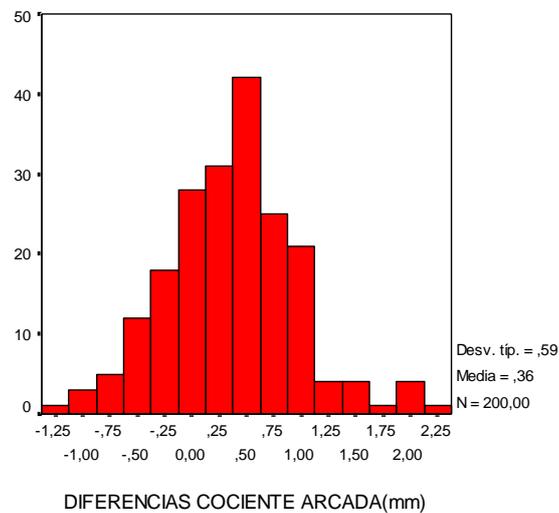
DIFERENCIAS COCIENTE ARCADA MÉTODO DIGITAL - MÉTODO TRADICIONAL				
COCIENTE ARCADA TOTAL	MEDIA	INTERVALO	SD	MAX. DISCREPANCIAS
	0,360	0,278 / 0,443	0,590	-1,18 / 2,25

**Tabla 26: Diferencias Cocientes anchuras arcada ambos Métodos de medición.**

## RESULTADOS

---

En la **Figura 32**, representamos las diferencias de la tabla anterior en un diagrama de barras, donde vemos como estas se concentran alrededor de valores de 0,50 mm de diferencia.



**Figura 32: Diagrama de barras. Diferencias Cocientes anchuras arcadas ambos Métodos de medición.**

### VI.3- PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS.

Una vez hemos comprobado la reproducibilidad del *Método*, vamos a analizar los resultados cuando utilizamos el *Método Digital* en la predicción de los tamaños dentarios.

Los resultados los hemos analizado desde varios puntos de vista para mejorar su comprensión.

A continuación, presentamos las diferentes gráficas de regresión lineal, en las cuales hemos realizado una comparación de todos los tamaños dentarios reales y los predichos para cada uno de los dientes de referencia.

Los tamaños reales obtenidos con el *Método Digital* se sitúan en el eje de las “x”, eje horizontal, mientras que los tamaños dentarios predichos se sitúan en el eje de las “y”, eje vertical.

#### VI.3.1- GRÁFICAS REGRESIÓN LINEAL POR DIENTE DE REFERENCIA.

Los dientes tomados como referencia han sido excluidos de cada una de las gráficas correspondientes para evitar alterar el coeficiente de correlación, por lo tanto, cuando tomamos los dientes de referencia de manera individual, se presentan 2200 dientes de un total de 2400, mientras que cuando tomamos la combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior como referencia, la muestra es de 2000 dientes de un total de 2400.

Las **Figuras 33, 34, 35 y 36**, muestran las gráficas de regresión lineal donde comparamos los tamaños dentarios reales y los predichos con el incisivo central superior, primer molar superior, primer molar inferior y la combinación del incisivo central superior y el molar inferior como dientes de referencia, respectivamente.

## RESULTADOS

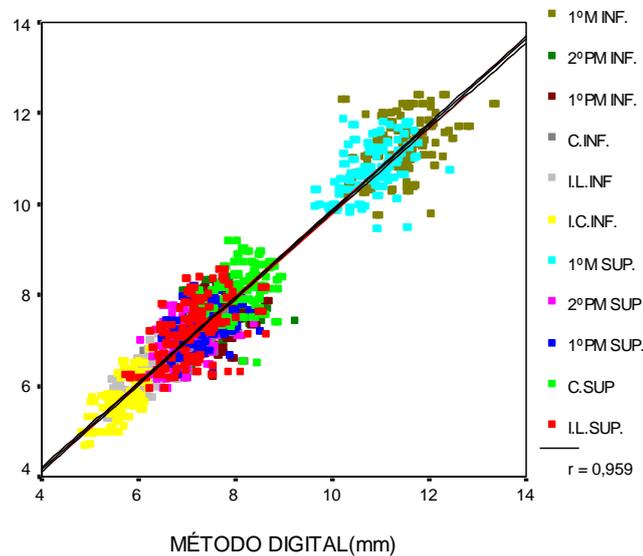
---

Los coeficientes de correlación obtenidos, para los dientes de referencia anteriores, son de  $r = 0,959$ ,  $r = 0,951$ ,  $r = 0,949$  y  $r = 0,958$ , respectivamente.

Comprobamos, como los coeficientes son muy parecidos entre sí, siendo los más elevados los correspondientes al incisivo central superior y a la combinación de este con el primer molar inferior, aunque debemos tener en cuenta que el número total de dientes estudiado es distinto.

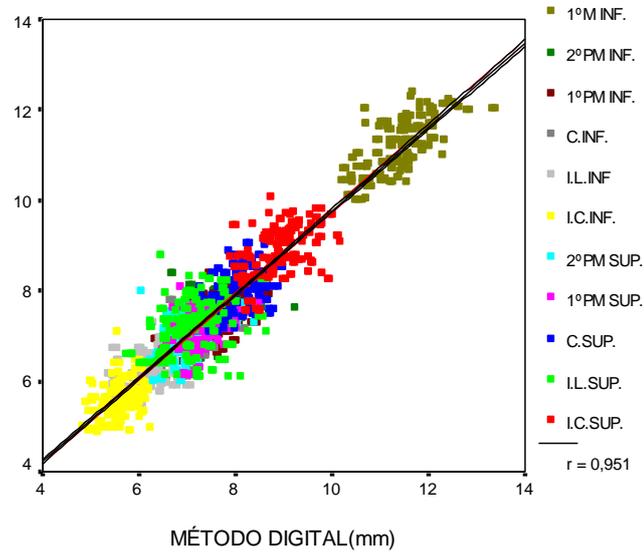
Los dientes de la arcada dentaria se muestran en distintos colores en las gráficas, para permitir una mejor comprensión y separación del tamaño de cada uno de ellos.

En todas las gráficas, igual que en las medidas directas e indirectas, las líneas envolventes en color negro de las rectas de regresión y que se sitúan en medio de la misma representan los intervalos de confianza del 95%.

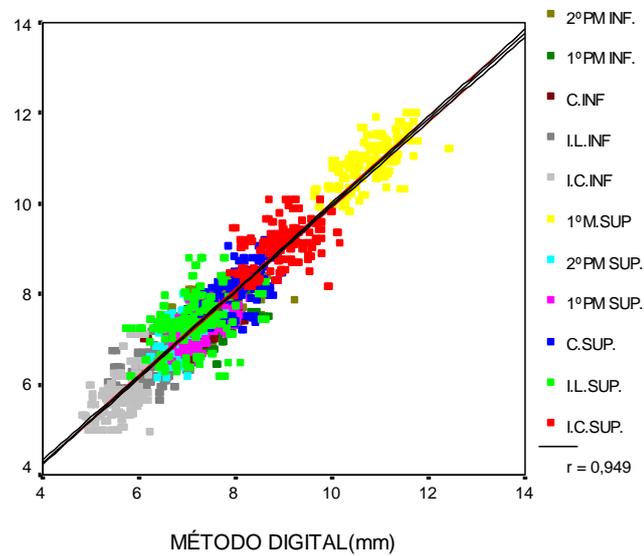


**Figura 33: Tamaños dentarios reales y predichos.  
Predicción Incisivo central superior.**

## RESULTADOS

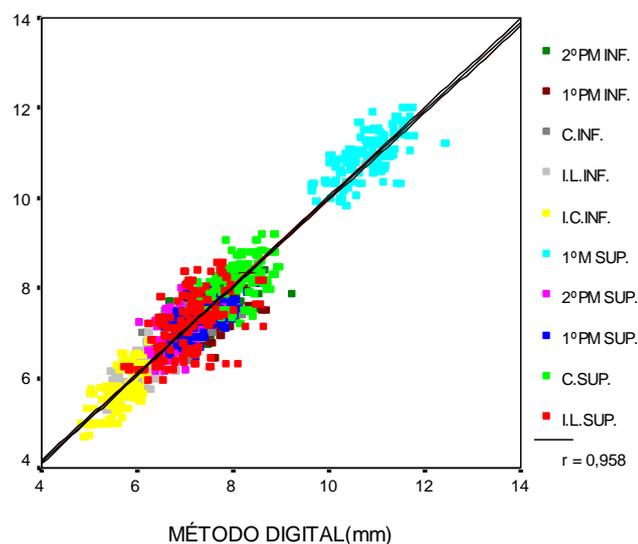


**Figura 34: Tamaños dentarios reales y predichos. Predicción Primer molar superior.**



**Figura 35: Tamaños dentarios reales y predichos. Predicción Primer molar inferior.**

## RESULTADOS



**Figura 36: Tamaños dentarios reales y predichos. Predicción incisivo central superior y primer molar inferior.**

En resumen, en la **Tabla 27**, mostramos los coeficientes de correlación obtenidos para la totalidad de los dientes con cada uno de los tres dientes de referencia y de la combinación introducida que hemos comentado anteriormente.

DIENTE DE REFERENCIA	COEFICIENTE CORRELACION
Incisivo central superior	$r = 0,959$
Primer molar superior	$r = 0,951$
Primer molar inferior	$r = 0,949$
Incisivo central superior + Primer molar inferior	$r = 0,958$

**Tabla 27: Coeficientes de correlación con diferentes dientes de referencia.**

## RESULTADOS

---

### VI.3.2- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES POR DIENTE DE REFERENCIA.

Hemos analizado las diferencias existentes para cada diente entre los tamaños reales de los mismos medidos con el *Método Digital* y los tamaños predichos con los diferentes dientes de referencia y las listas introducidas en la base de datos del *Método Digital*.

Estas predicciones las hemos clasificado en varios grupos según la intensidad de la diferencia entre los tamaños dentarios citados con anterioridad tal y como apreciamos en la **Tabla 28**.

Estos grupos han sido clasificados por nosotros como:

Predicciones	Diferencias
<b>Buenas</b>	0 - 0,5 mm
<b>Aceptables</b>	> 0,5 - 1 mm
<b>Regulares</b>	> 1 mm

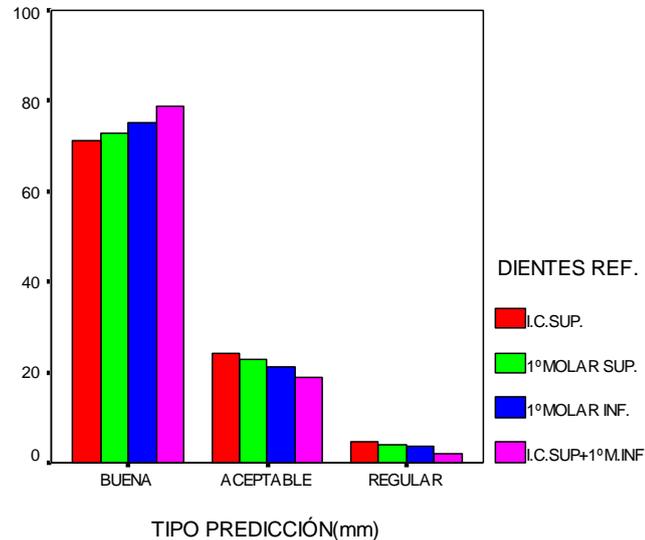
**Tabla 28: Tipo de predicción para los diferentes dientes de referencia.**

Todas estas predicciones se consideran tanto para diferencias negativas como positivas.

En la **Figura 37**, vemos clasificadas las predicciones por categorías en un diagrama de barras con los valores de todos los dientes con cada uno de los dientes de referencia.

## RESULTADOS

---



**Figura 37: Diagrama de barras. Tipo de predicción con los diferentes dientes de referencia.**

Esta representación muestra el porcentaje de predicciones por categorías de cada uno de los tres dientes de referencia y de la combinación de los mismos.

Los valores obtenidos con los diferentes dientes de referencia, aparecen en columnas de colores rojo, verde, azul y morado para el incisivo central superior, primer molar superior, primer molar inferior y la combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior, respectivamente.

Los dientes tomados como dientes de referencia han sido excluidos de cada grupo en este diagrama para no alterar los resultados del mismo, como hemos hecho previamente en las gráficas de regresión lineal.

Así, vemos como las predicciones consideradas como buenas por nuestra clasificación, presentan alrededor de un 71-79% del total de los valores dependiendo del diente de referencia, apareciendo representados en las cuatro columnas de la izquierda.

## RESULTADOS

---

De igual manera, las predicciones aceptables, constituyen entre un 19-24% aproximadamente de la totalidad de los dientes por cada uno de los dientes de referencia y están representados en las columnas de la parte central del diagrama.

Por último, las predicciones consideradas por nosotros como regulares ó inaceptables, representan alrededor de un 2-5% de todos los dientes con los diferentes dientes de referencia, apareciendo situadas en las columnas de la parte derecha del diagrama.

La combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior, es la combinación de los dientes de referencia que obtiene valores ligeramente mejores a los otros tres dientes de referencia, tal y como apreciamos en la **Figura 37**.

Esta combinación es la que obtiene mayor cantidad de predicciones buenas y menor número de predicciones aceptables y regulares.

Además de ver esta clasificación realizada para las predicciones por categorías y expresado en porcentajes en un diagrama de barras, mostramos la **Tabla 29**, donde observamos el porcentaje exacto de cada predicción, así como el número de dientes que cada grupo abarca sobre el total de la muestra estudiada.

Debemos tener en cuenta que el número total de dientes es de 2200 cuando tomamos como referencia los dientes aisladamente, mientras que cuando tomamos la combinación del incisivo central superior y del primer molar inferior el número se reduce a 2000.

## RESULTADOS

---

DIENTES REFERENCIA	TIPO PREDICCIÓN						Nº Dientes
	BUENA		ACEPTABLE		REGULAR		
I. CENTRAL SUP.	1568 dientes	71,27%	532 dientes	24,18%	100 dientes	4,55%	2200
1º MOLAR SUP.	1606 dientes	73%	505 dientes	22,95%	89 dientes	4,05%	2200
1º MOLAR INF.	1657 dientes	75,32%	466 dientes	21,18%	77 dientes	3,50%	2200
I. C. SUP. + 1º M. INF.	<b>1577 dientes</b>	<b>78,95%</b>	<b>380 dientes</b>	<b>19%</b>	<b>41 dientes</b>	<b>2,05%</b>	<b>2000</b>

**Tabla 29: Número y tipo de predicción para cada diente con los diferentes dientes de referencia.**

En esta **Tabla 29**, comprobamos que aunque la combinación del incisivo y el molar obtienen un número menor de predicciones buenas (1577 dientes), el porcentaje es el mayor de todos los dientes de referencia (78,95%) debido a que el total de los dientes es de 2000 y no de 2200 como el resto.

Así mismo, esta combinación de los dientes de referencia, obtiene los porcentajes más bajos en las predicciones aceptables y regulares.

## RESULTADOS

---

Como hemos comentado anteriormente, las predicciones consideradas regulares por nosotros son aquellas mayores de 1mm, aunque es importante saber las diferencias máximas en mm de los valores tanto positivos como negativos encontradas en este grupo para cada diente predictor, tal y como mostramos en la **Tabla 30**.

La combinación de los dientes de referencia de nuevo, es la que tiene las diferencias más pequeñas para los valores positivos y negativos.

<i>Diferencias Máximas</i>	<i>Valores Negativos</i>	<i>Valores Positivos</i>
I. C. Sup.	-2,1 mm	2,25 mm
1º M. Sup.	-2,37 mm	1,98 mm
1º M. Inf.	-1,78 mm	1,78 mm
I. C. Sup. + 1ºM. Inf.	<b>-1,41 mm</b>	<b>1,78 mm</b>

**Tabla 30: Valores máximos para las predicciones regulares por cada diente de referencia.**

## RESULTADOS

---

### VI.3.3- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES PARA CADA DIENTE DE LA ARCADA.

A continuación, mostramos las predicciones ordenadas por categorías y para cada grupo dentario con los distintos dientes de referencia.

En las **Tablas 31, 32, 33 y 34**, vemos el número de dientes de cada grupo dentario clasificado por categorías. Con fondo gris, aparece el diente/es que hemos tomado como referencia, debido a ello, todos los valores correspondientes al mismo, aparecen como predicciones buenas.

En la parte superior izquierda de las tablas, observamos el número total de dientes analizados para diente de referencia. Cuando tomamos los dientes de referencia de manera aislada, estos suponen 200 dientes sobre el total de 2400 dientes, por ello, vemos el número total de 2200 dientes, mientras que en la **Tabla 34** correspondiente a la combinación de dos dientes de referencia, disponemos de 400 dientes de referencia sobre el total de 2400.

TOTAL 2200 PREDICCIÓN	SUPERIOR						INFERIOR					
	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM
BUENA	200	124	138	137	138	135	173	181	171	134	130	107
ACEPTABLE		58	51	53	57	52	27	19	27	60	65	63
REGULAR		18	11	10	5	13			2	6	5	30

**Tabla 31: Predicciones por categorías para cada grupo dentario y con cada diente de referencia: Incisivo central superior.**

## RESULTADOS

---

TOTAL 2200	SUPERIOR						INFERIOR					
PREDICCIÓN	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM
BUENA	130	122	150	142	156	200	165	159	159	138	158	127
ACEPTABLE	56	51	44	56	41		29	35	38	57	35	63
REGULAR	14	27	6	2	3		6	6	3	5	7	10

**Tabla 32: Predicciones por categorías para cada grupo dentario y con cada diente de referencia: Primer molar superior.**

En la **Tabla 33 y 34**, observamos como todos los valores aparecen como predicciones buenas, salvo dos dientes con predicciones aceptables, esto es debido a que este paciente presentaba tamaños dentarios mayores a los de las listas de referencia utilizadas para esta predicción.

TOTAL 2200	SUPERIOR						INFERIOR					
PREDICCIÓN	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM
BUENA	136	103	143	157	159	149	155	161	170	163	161	198
ACEPTABLE	52	67	53	43	37	45	35	37	30	33	34	2
REGULAR	12	30	4		4	6	10	2		4	5	

**Tabla 33: Predicciones por categorías para cada grupo dentario y con cada diente de referencia: Primer molar inferior.**

## RESULTADOS

---

TOTAL 2000	SUPERIOR						INFERIOR					
PREDICCIÓN	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM	I. C	I. L	CN	1ºPM	2ºPM	1ºM
BUENA	200	124	143	157	159	149	173	180	170	163	161	198
ACEPTABLE		58	53	43	37	45	27	20	30	33	34	2
REGULAR		18	4		4	6				4	5	

***Tabla 34: Predicciones por categorías para cada grupo dentario y con cada diente de referencia: Incisivo central superior y Primer molar inferior.***

Esta combinación del incisivo central superior y del primer molar inferior es la que consigue mayor número de predicciones buenas, y menor número de predicciones aceptables y regulares.

El incisivo lateral superior es el diente que peores resultados predictivos obtiene con todos los dientes de referencia.

### VI.3.4- COMPARACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE LOS TAMAÑOS MESIODISTALES TOTALES POR ARCADAS.

Pero además de clasificar los diferentes dientes por categorías de manera individual, es interesante conocer las diferencias en mm de todos los tamaños mesiodistales de los dientes por arcadas.

De esa manera, hemos realizado la suma de todos los tamaños mesiodistales por arcadas de cada paciente por el *Método Digital* y los valores que se predicen con el mismo, para de esa forma calcular las diferencias generales.

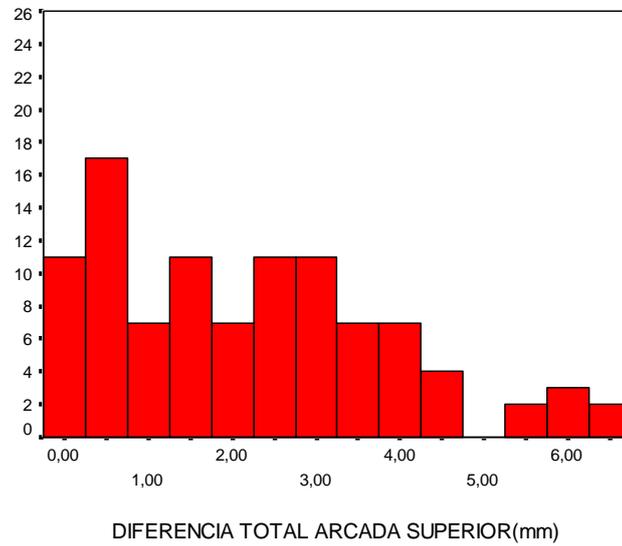
En la **Figura 38 y 39**, vemos los diagramas de barras que representan todas las diferencias generales expresadas en porcentajes entre el total de los tamaños reales y los predichos con el *Método Digital*, para la arcada superior e inferior respectivamente.

Se observa, como la distribución de las diferencias es distinta para las arcadas.

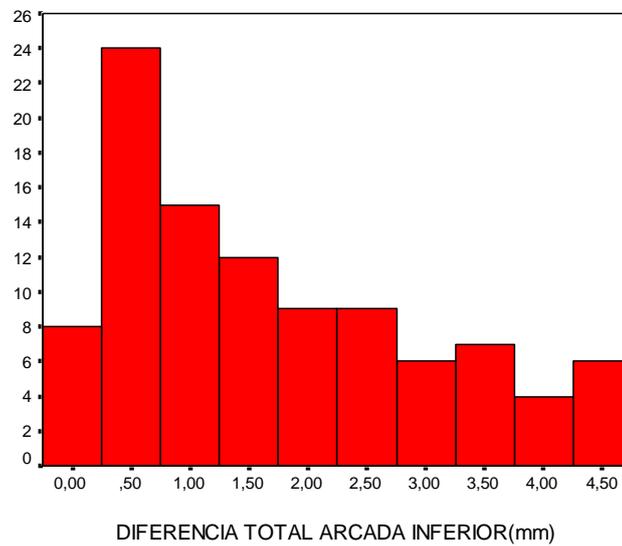
Las diferencias máximas entre el total de los tamaños son mayores en la arcada superior que en la inferior, 6,5 mm y 4,5 mm respectivamente.

## RESULTADOS

---



**Figura 38: Diferencia total tamaños mesodistales Arcada superior Método Digital y Predicción.**



**Figura 39: Diferencia total tamaños mesodistales Arcada inferior Método Digital y Predicción.**

## RESULTADOS

---

Igualmente en la **Tabla 35**, hemos representado estas diferencias anteriores con el número de casos para cada una de las diferencias y porcentaje que representa cada uno de ellos.

Con fondo gris hemos representado las diferencias hasta 3 mm, mientras que con fondo blanco aparecen las diferencias entre los tamaños totales de la arcada mayores de 3 mm.

En la arcada superior, las diferencias hasta 3 mm que consideramos buenas, suponen un 75% de los pacientes de la muestra, mientras que en la arcada inferior, suponen un porcentaje mayor, de un 83%.

DIFERENCIAS	ARCADA SUPERIOR		ARCADA INFERIOR	
	Nº CASOS	% CASOS	Nº CASOS	% CASOS
0 mm	11	11.0%	8	8.0%
0,5 mm	18	18.0%	24	24.0%
1 mm	6	6.0%	15	15.0%
1,5 mm	11	11.0%	12	12.0%
2 mm	7	7.0%	9	9.0%
2,5 mm	11	11.0%	9	9.0%
3 mm	11	11.0%	6	6.0%
3,5 mm	7	7.0%	8	8.0%
4 mm	7	7.0%	3	3.0%
4,5 mm	4	4.0%	6	6.0%
5 mm	0	0%	0	0%
5,5 mm	2	2.0%	0	0%
6 mm	3	3.0%	0	0%
6,5 mm	2	2.0%	0	0%

**Tabla 35: Diferencia total tamaños mesiodistales arcada superior e inferior Método Digital y Predicción. Número de casos y porcentajes.**

## RESULTADOS

### VI.3.5- COMPARACIÓN TAMAÑOS DENTARIOS REALES TRADICIONALES, DIGITALES Y LOS PREDICHOS.

Por último, hemos considerado oportuno realizar la **Tabla 36**, donde comparamos las medias y las desviaciones estándar de todos los tamaños mesiodistales de todos los dientes, tanto del tamaño real medido con el *Método Tradicional* y con el *Método Digital*, así como las medias y las desviaciones estándar de los tamaños dentarios predichos con la combinación de los dos dientes de referencia, el incisivo central superior y el primer molar inferior.

En esta **Tabla 36**, marcadas en negrita, aparecen las medias y las desviaciones estándar de estos dos dientes tomados como referencia.

METODO DIENTES	TRADICIONAL		DIGITAL		COMBINACIÓN	
	MEDIA	D. S	MEDIA	D. S	MEDIA	D. S
SUPERIOR						
<b>I.C(REF)</b>	<b>8,91</b>	<b>0,53</b>	<b>8,92</b>	<b>0,52</b>	<b>8,92</b>	<b>0,51</b>
I.L	7,08	0,55	7,08	0,55	7,2	0,64
C.S	8,04	0,44	8,06	0,44	8,12	0,46
1ºPM	7,35	0,41	7,37	0,41	7,35	0,39
2ºPM	6,96	0,39	6,98	0,39	7,14	0,39
1ºM	10,77	0,54	10,79	0,54	10,93	0,5
INFERIOR						
I.C	5,59	0,32	5,61	0,32	5,62	0,44
I.L	6,17	0,4	6,19	0,39	6,23	0,4
C.S	7	0,4	7,02	0,4	7,09	0,4
1ºPM	7,43	0,41	7,45	0,41	7,41	0,4
2ºPM	7,52	0,46	7,54	0,45	7,56	0,39
<b>1ºM(REF)</b>	<b>11,39</b>	<b>0,6</b>	<b>11,42</b>	<b>0,6</b>	<b>11,4</b>	<b>0,57</b>

**Tabla 36: Comparación de las medias de los tamaños dentarios reales medidos con el Método Tradicional, Método Digital y los tamaños predichos con la combinación de los dientes de referencia.**

## **VII- DISCUSIÓN.**

## **DISCUSIÓN**

---

La **DISCUSIÓN** de la presente Tesis Doctoral la hemos dividido en los siguientes apartados:

### **VII- DISCUSIÓN.**

#### **VII.1- VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL MÉTODO DE MEDIDA DIGITAL.**

#### **VII.2- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DOS MÉTODOS DE MEDIDA EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DIRECTAS E INDIRECTAS.**

##### **VII.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.**

##### **VII.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.**

#### **VII.3- PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS.**

##### **VII.3.1- ELECCIÓN DE LOS DIENTES DE REFERENCIA.**

##### **VII.3.2- GRAFICAS DE REGRESIÓN LINEAL POR DIENTE DE REFERENCIA.**

##### **VII.3.3- CLASIFICACIÓN DE LAS PREDICCIONES POR DIENTE DE REFERENCIA.**

##### **VII.3.4- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES PARA CADA DIENTE.**

##### **VII.3.5- COMPARACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE LOS TAMAÑOS MESIODISTALES TOTALES POR ARCADAS.**

##### **VII.3.6- COMPARACIÓN TAMAÑOS DENTARIOS REALES TRADICIONALES, DIGITALES Y LOS PREDICHOS.**

### VII.1- VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL MÉTODO DE MEDIDA DIGITAL.

La tecnología digital es ya un hecho consumado en la sociedad, en la Odontología General y por supuesto en nuestra especialidad, la Ortodoncia.

Debido a ello, numerosas revistas científicas tanto españolas como extranjeras, han incorporado secciones dedicadas exclusivamente a tratar temas “digitales” relacionados con la Ortodoncia.

El análisis de la imagen aplicado a la medida de modelos de escayola, es un nuevo campo de estudio en el que nos estamos introduciendo.

El *Método Digital* desarrollado en este trabajo, permite una vez digitalizados los modelos de estudio, realizar diferentes mediciones y cálculos automáticos de manera rápida, sensible y precisa.

Pero el análisis de la imagen no consigue superar ciertas limitaciones a la hora de realizar estas mediciones y cálculos dentarios que también se presentan con el *Método Tradicional*.

En efecto, en ocasiones, nos encontramos con dientes poco erupcionados donde es difícil localizar los puntos de contacto, siendo la imagen obtenida al digitalizar el modelo de estudio con el *Método Digital* de baja calidad y exactitud donde es difícil localizar determinados puntos y por lo tanto realizar distintas mediciones.

Estas dificultades se presentan de igual manera para ambos *Métodos*, ya que al ejecutar el *Método Tradicional* donde realizamos la medición de los tamaños mesiodistales de los dientes directamente sobre el modelo de escayola ó incluso directamente en la boca del paciente con un calibre, el acceso a estos dientes poco erupcionados resulta difícil y la medición inexacta igualmente.

## DISCUSIÓN

---

En estos casos, la solución sería asumir el tamaño del diente contralateral para el diente que no ha erupcionado completamente, tanto para el *Método Tradicional* como *Digital*.

De igual manera, cuando nos encontramos ante pacientes con severas maloclusiones donde los dientes presentan grandes malposiciones ó alteraciones importantes en las inclinaciones axiales, en ocasiones, las imágenes obtenidas pueden ser difíciles de interpretar y la medición resulta más compleja e inexacta, al tratarse de una imagen en dos planos del espacio (2D).

Por otro lado, uno de los grandes problemas que presentan los modelos de estudio de escayola del paciente en Ortodoncia a largo plazo, es el problema del almacenamiento físico de los mismos al cabo de los años.

En condiciones normales, cada caso de Ortodoncia presenta un mínimo de dos pares de modelos de estudio; el inicial y el final, con incluso la posibilidad de modelos de estudio intermedios a lo largo del tratamiento.

Ello, hace que el *Método Digital* introducido por nosotros con la posibilidad de almacenamiento de los modelos de estudio en forma de imágenes digitales, sea una opción muy atractiva para solucionar el problema citado anteriormente.

Otra ventaja adicional que presenta este *Método Digital*, es la posibilidad de almacenaje no solo de las imágenes de los modelos de estudio, sino también de estas mismas con todos los cálculos y mediciones realizadas pudiéndose recuperar en cualquier momento.

De igual modo, el disponer de las imágenes de las arcadas del paciente en formato digital, permite que estas, puedan ser remitidas por Internet a otros profesionales para la realización de consultas ortodóncicas de manera rápida y precisa, actividad bastante utilizada recientemente en el campo de la Medicina y la Odontología.

## DISCUSIÓN

---

Por otro lado y debido a la importancia del impacto visual de las imágenes en nuestra sociedad, los modelos digitalizados pueden incluso utilizarse para la participación activa y motivación de los propios pacientes respecto a su tratamiento ortodóncico.

Aparte de la sensibilidad y exactitud a la hora de la utilización de un *Método Digital* para la medición de tamaños mesiodistales de los dientes, que abordaremos en los siguientes apartados, otros aspectos de gran importancia, son la rapidez y la facilidad de ejecución del *Método Digital* por parte del profesional.

La tecnología digital es, hoy en día, una realidad en nuestra especialidad que todavía conocerá nuevas y grandes innovaciones futuras (Quintero 1998).

La utilidad de un nuevo *Método* de medida viene marcada por la fiabilidad con la que este, permite obtener las medidas para las que ha sido diseñado.

Los criterios para determinar la fiabilidad en este caso son la sensibilidad, la precisión y la exactitud:

- La sensibilidad, viene dada por el propio dispositivo de medida y se corresponde con el mínimo valor que puede apreciar éste.

En el caso de los dos *Métodos* de medida utilizados en este trabajo, el *Tradicional* tiene una sensibilidad de 0,1 mm, mientras que el *Digital* permite apreciar hasta 0,01 mm.

- La precisión, como medida de la reproducibilidad de los valores obtenidos, se caracteriza por la dispersión de los valores individuales alrededor del valor medio.

- La exactitud se define como la conformidad de los valores medios con la medida real del objeto.

## DISCUSIÓN

---

Esta medida real del objeto es en realidad desconocida y por tanto ambos criterios se determinan mediante una evaluación estadística, a partir del cálculo de valores medios, desviaciones estándar y coeficientes de variación, que proporcionan el control de calidad.

Ahora bien, debe tenerse en cuenta la sensibilidad del aparato de medida, ya que sensibilidades bajas podrían corresponderse erróneamente con grandes precisiones al no existir dispersión en los resultados, significando por el contrario, que el aparato de medida es inadecuado para realizar esta medición.

Por tanto, coeficientes de variación menores de un 5% se consideran adecuados para *Métodos* de medida de precisión, siempre que la sensibilidad del dispositivo sea al menos de dos órdenes de magnitud menores que lo que se pretende medir.

En nuestro caso, se ha realizado ese control de calidad exclusivamente sobre las medidas directas, ya que estas son la base de los cálculos de las indirectas, por lo tanto una vez conocido el error de las primeras es fácil conocer ó predecir el de las segundas.

Todos los coeficientes de variación calculados para las medidas directas intraobservador, se encontraron por debajo del 3%, siendo los valores para el *Método Tradicional* ligeramente más bajos pero sin ser estadísticamente significativo.

Cabe señalar en este caso, que debido a que el *Método Tradicional* tiene una sensibilidad de décimas de mm frente al *Método Digital* con centésimas de mm, le permite obtener, en ocasiones, coeficientes de variación de 0% exclusivamente asociados a su menor sensibilidad.

Estos bajos coeficientes de variación, unido a la alta sensibilidad de ambos *Métodos*, implican que pequeños cambios en los tamaños dentarios supondrán cambios significativos en los tamaños mesiodistales de los dientes, por lo que los coeficientes de variación pequeños permiten discriminar entre distancias pequeñas que no se diferencien mucho, pero debe tenerse en cuenta la sensibilidad del aparato de medida.

## DISCUSIÓN

---

Si comparamos el error intraobservador de otros estudios utilizando el *Método Tradicional*, comprobamos como Moorrees 1957, encontró una desviación estándar de las diferencias entre dos mediciones diferentes de 0,09 mm para los tamaños dentarios.

Sanin y Savara 1971, detectaron que la reproducibilidad de las medidas variaba desde  $\pm 0,05$  mm hasta  $\pm 0,11$  mm para los tamaños de los incisivos centrales y los caninos.

Plasencia 1982, Ostos 1989 y Marín 1993, midieron los diámetros mesiodistales de todos los dientes en dos ocasiones distintas, realizando la media aritmética entre ambos valores.

Cuando las diferencias eran mayores de 0,2 mm entre los dos tamaños, se repetían hasta 5 veces la medición y se despreciaban los valores extremos aceptando el promedio de las restantes.

En este sentido, nuestros resultados muestran valores similares, ya que las diferencias promedio entre dos medidas fueron de  $\pm 0,05$  mm y  $\pm 0,09$  mm, para el *Método Tradicional* y *Digital*, respectivamente en el caso intraobservador y de  $\pm 0,18$  mm y  $\pm 0,18$  mm para el interobservador.

Otros autores, como González-Cuesta y Plasencia en otro estudio, seleccionaron 15 modelos al azar a los cuales se les realizaron nuevas mediciones para comprobar el error resultante.

La existencia de errores accidentales se rechazó al hallarse un coeficiente de correlación cuyo valor fue siempre superior a 0,9%. Mediante un test t por parejas se desestimó la existencia de un error sistemático.

## DISCUSIÓN

---

En casi todos los casos la media de las diferencias entre las mediciones fue cercana a 0 mm con  $p > 0,05$ .

Las diferencias absolutas fueron siempre discretas, no superiores a 0,2 mm.

Igualmente, Fernández-Riveiro, Otero-Cepeda y Suárez-Quintanilla 1996, repitieron las mediciones en 11 modelos tomados al azar, donde encontraron un error medio de 0,38 mm y una desviación típica de 0,183 mm.

Los dientes que mayor error obtuvieron, fueron los cuatro caninos, los incisivos laterales superiores y los molares inferiores, fundamentalmente por la dificultad que ofrece su anatomía a la hora de realizar las mediciones como hemos comentado previamente.

En nuestro estudio también hemos encontrado dificultades a la hora de medir los molares debido a su especial anatomía al igual que Fernández-Riveiro, Otero-Cepeda y Suárez-Quintanilla 1996.

Tomassetti 2001, en el estudio comparativo que realiza entre el Índice de Bolton obtenido con varios *Métodos Digitales* y el *Método Tradicional*, calcula el error intraobservador tan sólo para el *Método Tradicional* realizando tres mediciones diferentes del Índice de Bolton con el coeficiente de Pearson ( $p = 0,05$ ) sin calcular el error intraobservador ni interobservador de ninguno de los *Métodos Digitales*.

En nuestro trabajo, respecto a la variabilidad interobservador, los coeficientes de variación encontrados resultan, en general, mayores que en el caso intraobservador, pero similares entre ambos métodos de medida.

## DISCUSIÓN

---

En ningún caso superan el 6% y la gran mayoría pueden considerarse también por debajo del 3%, sobre todo para el caso intraobservador.

Esta mayor variabilidad de ambos *Métodos* para el caso interobservador, se asocia no al *Método* en sí, sino al propio criterio de medición, y en ese sentido, parece que el *Método Digital* es más sencillo de estandarizar que el *Tradicional* y por ello, los coeficientes de variación resultan en general menores para el *Método Digital* que el *Tradicional*.

Cuando se comparan las medidas realizadas por el mismo observador por los dos *Métodos* de medición, se encuentra que las diferencias son mínimas y pueden ser atribuidas a la aleatoriedad.

Aunque, en cualquier caso, las medidas de los cuatro diferentes observadores resultan equivalentes.

Conclusiones idénticas a las halladas por De Echave 2001, en su estudio comparativo entre los resultados de la discrepancia oseodentaria hallada con un *Método Digital* con fotocopias y un *Método Tradicional*.

### VII.2- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DOS MÉTODOS DE MEDIDA EN LA DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DIRECTAS E INDIRECTAS.

Debido a que los resultados de este trabajo han sido divididos en medidas directas e indirectas como hemos comentado previamente, la discusión la vamos a realizar también de manera independiente.

#### VII.2.1- MEDIDAS DIRECTAS.

La primera medida directa que vamos a discutir es el tamaño mesiodistal de los dientes, ya que constituye la base de nuestro trabajo.

Los coeficientes de correlación obtenidos para los tamaños dentarios para la arcada superior e inferior y para el total de las arcadas comparando el *Método Tradicional* y el *Método Digital*, son muy elevados y parecidos entre sí,  $r = 0,999$  (las diferencias existen a partir de la cuarta cifra decimal).

Es un coeficiente muy cercano al 1, indicando con ello que se trata de dos *Métodos* de medición que guardan buena correspondencia en la determinación tanto de valores grandes como pequeños al realizar las mediciones de los tamaños mesiodistales de los dientes.

Pero además de fijarnos en el coeficiente de correlación, para comprobar que las mismas medidas obtenidas por los dos *Métodos* son idénticas, debemos analizar las pendientes y las ordenadas en el origen, así como las diferencias entre ambos *Métodos*.

En primer lugar, debemos comprobar que el intervalo de confianza del 95% de la ordenada en el origen y de la pendiente de la recta de regresión lineal, incluyan el 0 y el 1, respectivamente.

## DISCUSIÓN

---

Cuando analizamos las pendientes de las rectas de regresión lineal con intervalos de confianza del 95% para los tamaños dentarios, observamos como estas incluyen el 1 en los tres casos, tanto para los tamaños dentarios de la arcada superior, de la arcada inferior como en el total de los dientes.

Sin embargo, en el caso de las ordenadas en el origen, sólo la de la arcada inferior incluye claramente el 0 en su intervalo de confianza.

Ahora bien, aunque la ordenada en el origen de la recta de regresión lineal de la arcada superior y del total de los dientes no incluya el cero, lo que implicaría un error sistemático, esta situación no es muy significativa ya que las citadas ordenadas en el origen son del orden de 2 centésimas de mm y el límite superior de dichos intervalos de confianza no superan las 5 centésimas de mm.

Por tanto, esta ligera discrepancia en el caso de la determinación de los dientes superiores entre ambos *Métodos* de medida y dada su escasísima magnitud, nos permite afirmar que los datos obtenidos por ambos *Métodos* son idénticos entre sí, a efectos de utilidad clínica.

Estos mismos aspectos se podrían poner de manifiesto calculando las diferencias entre los tamaños dentarios obtenidos por el *Método Digital* y los tamaños dentarios resultantes del *Método Tradicional*.

Los resultados obtenidos confirmaron como el total de las medias de las diferencias de todos los tamaños de los dientes es de aproximadamente dos centésimas de mm, con un estrechísimo intervalo de confianza que permite asegurar que éste, es el posible error sistemático entre los dos *Métodos*, totalmente despreciable, más aún teniendo en cuenta que el *Método Tradicional* sólo permite determinar décimas de mm.

Si además, estudiamos el diagrama de barras que representa las diferencias anteriores, vemos cómo la mayoría de las diferencias de los tamaños de la totalidad de todos los dientes medidos, 2400 en total, se concentran en la parte central del diagrama representadas con una columna de color rojo que sobresale en altura sobre las demás, es decir en la parte correspondiente a diferencias con valor de 0 mm, indicando con ello que no existen prácticamente diferencias entre los valores obtenidos con el *Método Tradicional* y el *Digital*.

De hecho, las máximas diferencias entre los tamaños dentarios de ambos *Métodos* son menores de 0,25 mm.

Otros autores que comparan los tamaños dentarios obtenidos tradicionalmente con los obtenidos sobre fotocopias de los modelos digitalizadas, como el estudio de Schirmer, encuentran diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ) en 20 de los 24 dientes medidos.

Los tamaños mesiodistales obtenidos en nuestro estudio, tanto por el *Método Digital* como por el *Tradicional* son más elevados que los tamaños mesiodistales hallados por otros autores españoles como Plasencia 1982, Ostos 1989, Lanuza 1990 y Marin 1993 ó extranjeros como Seipel 1946, Moorrees 1957, Stahle 1959, Lundstrom 1963, Gran 1968, Alvesalo 1971, Moyers 1976, Lysell 1982, Fernández 1989, Abdallah 1989 y Bishara 1989.

Aunque son similares a los tamaños obtenidos por autores como Black 1902, Ballard 1944, Richardson 1975, Bailit 1968 y Axelsson 1963 e inferiores a los de Barret 1968 y Keene 1979.

Tras la observación de estos diferentes tamaños mesiodistales entre las distintas poblaciones, creemos que en estudios sucesivos, sería interesante elaborar nuestra propias listas de tamaños dentarios ordenadas por percentiles, divididas por sexos y adecuadas para la población española y en concreto para la Comunidad Valenciana, para introducirlas en la base de datos del *Método Digital* y utilizar las mismas para realizar la interpolación en la predicción del tamaño de los dientes no erupcionados.

## DISCUSIÓN

---

- La segunda medida directa importante en este trabajo es la anchura de la arcada dentaria, la cual hemos dividido en anchura bicanina y anchura bimolar.

El conocimiento de la anchura bicanina y bimolar antes de comenzar el tratamiento de Ortodoncia así como una vez finalizado el mismo, es un factor importante para la predicción de la recidiva, ya que se considera que la modificación de la anchura de la arcada, sobre todo la anchura bicanina puede ser una de las causas de recidiva del tratamiento de Ortodoncia con las técnicas tradicionales.

Por ello, es interesante el conocimiento sistemático de estas anchuras en todos los pacientes susceptibles de tratamiento de Ortodoncia con un procedimiento sencillo, rápido y fiable.

Los coeficientes de correlación de las rectas de regresión lineal de la anchura bicanina, *Método Digital* versus *Método Tradicional*, son igualmente muy elevados, siendo ligeramente más alto el coeficiente de correlación de la anchura bicanina de la arcada superior,  $r = 0,993$  que el de la arcada inferior,  $r = 0,986$ , aunque la diferencia no es significativa.

El coeficiente de regresión lineal de todos los datos de manera conjunta es más elevado que los dos anteriores,  $r = 0,998$ .

Todo esto nos indica, la buena correspondencia entre las medidas obtenidas por los dos *Métodos*.

Ahora bien, en este caso, los coeficientes de correlación son algo menores que en el caso de los tamaños mesiodistales de los dientes, lo que implica una ligera mayor discrepancia entre los valores individuales obtenidos por los dos *Métodos* para la medición de estas anchuras.

Sin embargo, con un intervalo de confianza del 95%, la ordenada en el origen y la pendiente de la recta de regresión lineal incluyen el 0 y el 1 respectivamente en los todos los casos, indicando que ambos *Métodos* dan resultados estadísticamente iguales.

## DISCUSIÓN

---

En efecto, si analizamos las diferencias entre los valores de las anchuras bicaninas por ambos *Métodos*, la media de las diferencias es muy baja e insignificante, es de una centésima de mm incluyendo en el intervalo de las diferencias el 0, lo que equivale a decir que no hay un sesgo en la determinación de los valores, sino que las discrepancias son debidas al azar en todos los casos.

En el diagrama de barras donde representamos estas diferencias, casi todas ellas se concentran entre los valores de 0 y 0,25 mm, siendo los casos con diferencias mayores de 0,5 mm prácticamente inexistentes.

Vemos, que en las escasas situaciones en las que se dan estas diferencias entre los dos *Métodos* de medida, éstas resultan de escasa significación clínica, dado lo que representa en el total de la medida de la distancia bicanina, que por otro lado, tampoco podemos asegurar que esté correctamente medida con el *Método Tradicional*.

- Respecto a las anchuras bimolares, la situación es similar a lo comentado en el caso anterior, ya que los coeficientes de correlación de las rectas de regresión son muy parecidos a los de las anchuras bicaninas, en este caso son de  $r = 0,990$  y de  $r = 0,988$  para la arcada superior e inferior respectivamente.

El coeficiente de regresión lineal de todos los datos de manera conjunta es mayor que los dos anteriores,  $r = 0,993$ .

Todo esto nos indica de nuevo, que los dos *Métodos* son válidos para la medición de las anchuras bimolares.

Así mismo, al igual que ocurría con la anchura bicanina, el intervalo de confianza del 95%, de la ordenada en el origen y de la pendiente de la recta de regresión lineal incluyen en 0 y el 1 en los todos los casos.

Sin embargo, al analizar las diferencias de las anchuras bimolares entre los dos *Métodos*, el intervalo de confianza de la media de estas diferencias no incluye el 0.

## DISCUSIÓN

---

Vemos pues, que según este test, existe una diferencia entre los datos de la anchura intermolar cuando se determina con uno u otro *Método*.

El valor negativo de tres décimas de mm indica que los valores obtenidos con el *Método Digital* para las anchuras bimolares son menores que con el *Tradicional*, estos resultados coinciden con los obtenidos al realizar las tres mediciones sobre la anchura bimolar y al calcular el error intraobservador que hemos comentado previamente y que justificamos por la forma de medir de ambos *Métodos* y por la anatomía de los propios molares.

Debido a estas diferencias, en el diagrama de barras, la columna central ya no se localiza en la zona de valores del 0 mm, sino en la zona lateral de diferencias de -0,5 mm.

- La última de las medidas directas que vamos a analizar es la longitud de arcada.

La determinación de la longitud de arcada resulta en casos de gran discrepancia oseodentaria difícil de medir por los *Métodos Tradicionales* con el calibre ó con la ligadura de latón ya que son más laboriosos de realizar que con el *Método Digital* implicando gran incertidumbre e inexactitud.

El *Método Digital* propuesto por nosotros constituye un claro avance en esta determinación ya que supone el cálculo de la longitud de arcada de manera precisa, exacta y lo más importante, rápida y fácil.

Esta determinación en la longitud de arcada se determina con tan solo una única medición de manera continua y no dividida en diferentes tramos como realizan otros autores, ya que desde nuestro punto de vista, la forma continua es la que más se asemeja a la verdadera forma del arco ideal.

Los coeficientes de correlación para la recta de regresión correspondiente a las medidas de la longitud de arcada determinada por los dos *Métodos* de medida, son de  $r = 0,994$  y de  $r = 0,995$ , para la arcada superior e inferior respectivamente, se trata de coeficientes de correlación muy elevados y prácticamente idénticos.

## DISCUSIÓN

---

El coeficiente de correlación de manera conjunta para la arcada superior e inferior es parecido a los dos anteriores,  $r = 0,996$  e indica de nuevo la buena correspondencia entre los valores de uno y otro *Método*.

El intervalo de confianza del 95% de la ordenada en el origen de la recta de regresión lineal incluye el 0 en la longitud de arcada superior y la totalidad de los dientes, pero no en la arcada inferior, tan solo por 2 décimas de mm.

Sin embargo, la pendiente de la recta de regresión incluye el 1 en el intervalo de confianza del 95% en los tres casos, esto implica que cabe esperar una pequeña diferencia sistemática entre los valores determinados por uno u otro procedimiento, también perfectamente explicable debido a la diferente forma de realizar la medida.

Este hecho se confirma al analizar las medias de las diferencias de la longitud de arcada entre los dos *Métodos*, que permite cifrar en dos décimas de mm la diferencia promedio entre los valores determinados entre ambos procedimientos, siendo el *Método Digital* el que obtiene valores mayores para la longitud de arcada, pero dada la escasa magnitud de la diferencia consideramos que tampoco tiene significación clínica.

A pesar de que en el diagrama de barras donde representamos estas diferencias la mayoría de datos se concentra en la parte media de la misma, donde están los valores de diferencias de 0 mm, también existen muchos datos que se acumulan en la zona de diferencias entre 0,25 y 0,5 mm.

De momento, no hemos encontrado ningún estudio comparativo entre la longitud de arcada hallada por un *Método Digital* y por uno *Tradicional*, aunque si otros estudios comparativos sobre fotocopias y modelos.

## DISCUSIÓN

---

Champagne 1992, en un estudio entre fotocopias de modelos de estudio y los propios modelos de escayola, afirmó que la medición de la longitud de arcada es el único parámetro que no obtiene buenos resultados con las fotocopias, obteniendo diferencias de 6,9 mm, siendo mayores las longitudes halladas por las fotocopias. Estos datos deben ser tomados con precaución ya que la muestra del estudio era muy pequeña (10 pacientes).

Sin embargo, Schirmer 1997, a pesar de encontrar igualmente diferencias notables entre la media de la longitud de arcada de uno y otro método, 4,7 mm y 3,1 mm para la arcada superior e inferior respectivamente, encuentra resultados totalmente diferentes a los de Champagne 1992, ya que los valores mayores, son para el *Método Tradicional* y no para las fotocopias.

Conviene señalar que la medida de la longitud de arcada sobre una fotocopia, implica problemas similares a los que se tienen con el Método Tradicional, lo que explicaría la diferencia entre la apreciación de los diferentes autores.

Tal y como se comentó en el apartado de “Resultados”, si para determinar una medida se toma el valor medio de tres mediciones independientes, el grado de exactitud aumenta para cualquier *Método*.

En nuestro estudio hemos comprobado que cuando se comparan los resultados medios de las medidas directas obtenidos con el *Método Tradicional* y el *Digital*, el grado de aproximación entre los dos procedimientos de medida resulta mucho mayor, pero sigue manteniéndose la diferencia sistemática asociada a las anchuras bimolares y longitudes de arcada.

### VII.2.2- MEDIDAS INDIRECTAS.

Una vez analizadas las medidas directas, vamos a analizar las medidas que dependen directamente de estas, a las que hemos denominado medidas indirectas.

- La primera de las medidas indirectas que vamos a discutir y una de las más importantes es el Índice de Bolton, ya que forma una de las bases de nuestro estudio.

Según las encuestas realizadas por Sheridan en el año 2000 y Keim en el 2002, citadas con anterioridad y realizadas entre distintos Ortodoncistas estadounidenses, el análisis del Índice de Bolton es el parámetro más utilizado en el diagnóstico ortodóncico.

Su determinación resulta con los *Métodos Tradicionales* de medición, laboriosa de realizar y calcular, lo que provoca según estas mismas encuestas, su omisión en más de la mitad de los casos.

Según Shellhart 1995, en los casos con discrepancias oseodentarias  $> 3$  mm, la medición de los tamaños mesiodistales de los dientes y el consiguiente cálculo del Índice de Bolton, puede conllevar a errores tanto con un calibre convencional como con un compás de medición debido al apiñamiento, problema que consideramos nosotros que se solucionaría al utilizar un *Método Digital* para realizar dichas mediciones.

Igualmente, en pacientes que se encuentran en fase de dentición mixta en los cuales no podemos realizar una medición directa de los tamaños de los dientes no erupcionados, el cálculo de este Índice no se realiza.

## DISCUSIÓN

---

En ocasiones, una alteración en el Índice de Bolton Anterior ó Total no tiene porque significar necesariamente una discrepancia de tamaño y de igual manera, un Índice de Bolton Anterior dentro de los límites hallados por Bolton como correctos, no nos asegura una oclusión ideal, ya que existen una serie de factores asociados como la curvatura de la arcada dentaria, la inclinación axial del diente, el torque del mismo ó el grosor vestibulolingual de los incisivos, que pueden alterar esta relación, según describen muchos autores como Halazonetis, Bennet y McLaughlin y que Bolton no tuvo en consideración.

Esto puede ser debido a que la muestra seleccionada por Bolton para su trabajo y de la cual extrajo sus Índices ideales es muy pequeña (55 modelos de estudio).

Esta preocupación por el grosor vestibular de los dientes fue lo que llevó a Rudolph 1998, a diseñar un nuevo Índice diferente al de Bolton, para detectar discrepancias en el grosor y en el tamaño mesiodistal de los dientes.

En principio, los pacientes seleccionados para el presente trabajo son pacientes en los que a simple vista no se sospechaba de la existencia de alteraciones del Índice de Bolton ni Anterior ni Total.

Sin embargo al realizar estos cálculos, se observó como sí aparecían discrepancias tanto a nivel Anterior como Total, lo cual nos indica que en ocasiones el “ojo clínico” puede fallar y pasar por alto alteraciones en el tamaño dentario que se pondrán de manifiesto posteriormente al no ser posible lograr una oclusión dentaria correcta.

Los coeficientes de correlación de las gráficas de regresión lineal obtenidos por ambos *Métodos* en este trabajo son muy elevados y similares entre si,  $r = 0,976$  y  $r = 0,979$ , para el Índice de Bolton Anterior y Total respectivamente, indicando con ello que los dos *Métodos* son válidos para calcular los Índices de Bolton.

## DISCUSIÓN

---

Si comparamos nuestros coeficientes de regresión lineal con los de otros autores, encontramos tan solo un estudio que compara los resultados del Índice de Bolton entre dos *Métodos* de medición, uno *Digital* y uno *Tradicional*, se trata del estudio de Tomassetti 2001.

Estos autores realizaron una comparación entre diferentes *Métodos Digitales* para cálculo del Índice de Bolton, con el *Método Tradicional* de medición dentaria, obteniendo diversos coeficientes de correlación.

El *Método Digital* Quick-Ceph Image Pro® presentó el coeficiente de correlación más bajo  $r = 0,432$ (IBT) y  $r = 0,439$ (IBA), otro segundo *Método* denominado OrthoCad® versión 1.14, obtuvo un coeficiente de correlación con un valor intermedio, de  $r = 0,715$ (IBT) y  $r = 0,574$ (IBA) y por último, el coeficiente de correlación más elevado de todos los *Métodos* comparados en el trabajo de Tomassetti, fue el *Método Digital* denominado Hats® con un coeficiente de correlación de  $r = 0,885$ (IBT) y  $r = 0,825$ (IBA).

Este último coeficiente es el que más se asemeja al obtenido por nosotros en el presente trabajo con nuestro *Método Digital*  $r = 0,979$ (IBT) y  $r = 0,976$ (IBA).

El alto grado de correlación que encontramos en nuestro estudio puede deberse al hecho de que en nuestro caso, existe un proceso de calibrado previo a la realización de las medidas.

Este calibrado no existe en otros *Métodos Digitales* e implica que distorsiones de la imagen pueden afectar al resultado final de la medida.

Tanto en el trabajo de Tomassetti 2001 como en el nuestro, los coeficientes de correlación muestran cómo obtenemos resultados ligeramente mejores para el Índice de Bolton Total que Anterior.

En cuanto a las rectas de regresión, observamos cómo el Índice de Bolton Total obtiene mejores resultados que el Anterior, ya que el intervalo de confianza del 95% de la pendiente y de la ordenada en el origen incluye el 1 y el 0 respectivamente, circunstancia que no ocurre con el Índice de Bolton Anterior.

## DISCUSIÓN

---

Las diferencias entre los valores del Índice de Bolton Anterior como Total con ambos Métodos, son de una décima de mm sin estar el 0 incluido en el intervalo de la media.

De igual manera, observamos los mismos datos representados en un diagrama de barras, donde comprobamos como la mayoría de los pacientes seleccionados en este trabajo, tienen sus diferencias entre el *Método Digital* y el *Tradicional* situadas en la parte media del diagrama de barras, donde las diferencias son entre 0 y 0,50 mm para el Índice de Bolton Anterior, mientras que para el Índice de Bolton Total la mayoría de las diferencias se sitúan en 0 mm.

Para el Índice de Bolton Anterior, tenemos una concordancia en cuanto a los resultados por ambos *Métodos* de 90 pacientes (66 pacientes en los cuales no se detectaron alteraciones en el Índice de Bolton Anterior y 24 pacientes que sí presentaron alteraciones en el mismo) y existe una discordancia en 10 pacientes que presentaban una alteración del Índice de Bolton Anterior que fue detectado por tan solo uno de los dos procedimientos.

Desde nuestro punto de vista, la discordancia existente no es significativa, ya que muchos de estos resultados presentaron diferencias entre ambos *Métodos* para el Índice de Bolton, menores de 0,70% salvo un solo paciente con una diferencia de 1,5%, lo que nos indica que los resultados alterados están muy cercanos a los valores dados por Wayne Bolton como correctos y en el límite del intervalo tanto superior como inferior.

Con el Índice de Bolton Total, los resultados entre ambos *Métodos* son incluso mejores, ya que tenemos una concordancia de 97 pacientes (92 sin alteraciones en el Índice de Bolton Total y 5 con alteraciones en el mismo) y una discordancia en 3 pacientes que presentaron una alteración del Índice de Bolton Total por tan solo uno de los procedimientos.

## DISCUSIÓN

---

Igualmente que con el Índice de Bolton Anterior, estos resultados no son significativos, ya que la mayor diferencia encontrada entre un *Método* y el otro, en estos casos, fue de 1,09% en tan solo un paciente, siendo las otras dos diferencias menores de 0,70%, estando los valores de los mismos muy cercanos a los valores dados por Wayne Bolton como correctos y en el límite del intervalo tanto superior como inferior.

En resumen, podemos afirmar que para el Índice de Bolton Anterior, obtenemos un éxito de un 90% y de un 97% para el Índice de Bolton Total con ambos *Métodos*, porcentajes muy buenos y elevados.

La concordancia de los *Métodos* con el Índice de Bolton Anterior es ligeramente menor que con el Índice de Bolton Total.

Algunas de las alteraciones del Índice de Bolton Anterior se debieron a un exceso de material dentario maxilar ó a un defecto mandibular aunque realmente la mayoría se debió a un defecto en el tamaño dentario maxilar ó a un exceso del tamaño dentario mandibular, sin embargo todas las alteraciones del Índice de Bolton Total se debieron exclusivamente a un defecto en el tamaño dentario maxilar ó a un exceso del tamaño dentario mandibular.

Como observamos en nuestros resultados, existe un mayor número de alteraciones del Índice de Bolton Anterior que Total, resultados similares a los obtenidos por González-Cuesta y Plasencia 1982, Fernández- Riviero y Suárez-Quintanilla 1995 y Santero 2000.

Estos resultados indican que los dientes anteriores presentan la mayoría de las discrepancias de tamaño que se manifiestan con presencia de apiñamientos y diastemas, existiendo algún mecanismo de compensación a nivel de los dientes posteriores que alivian las consecuencias clínicas de dichas discrepancias anteriores.

## DISCUSIÓN

---

El Índice de Bolton nos parece un buen instrumento para detectar alteraciones en los tamaños dentarios, a pesar de que muchos autores, encuentran diferentes valores para el mismo, sobre todo a nivel del Índice Anterior, tanto en población con oclusiones ideales como maloclusiones dentarias (Stifter 1958, Crosby y Alexander 1989, González-Cuesta y Plasencia 1990, Fernández- Riviero y Suárez-Quintanilla 1995, Smith en el año 2000).

- La discrepancia oseodentaria es otra de las medidas indirectas más importantes para determinar qué tipo de tratamiento de Ortodoncia es el más adecuado a realizar.

Por ello, el cálculo de esta discrepancia oseodentaria de manera rápida, sencilla, fácil y exacta con el *Método Digital* es tan importante a la hora de realizar un diagnóstico ortodóncico.

Cuando analizamos las gráficas separando los datos por arcadas para la discrepancia oseodentaria, obtenemos coeficientes de correlación elevados y similares,  $r = 0,982$  y  $r = 0,985$  para la arcada superior e inferior respectivamente.

El coeficiente de correlación cuando analizamos los datos de manera conjunta es similar a los dos anteriores, de  $r = 0,984$ .

Las ordenadas en el origen de las rectas de regresión para la discrepancia oseodentaria superior, inferior y para el total, incluyen el 0 con un intervalo de confianza al 95% y las pendientes con un intervalo de confianza del 95% incluyen el 1 en la discrepancia oseodentaria inferior mientras que son prácticamente de 1 en la superior y en la discrepancia total, indicando que los dos Métodos son prácticamente equivalentes para medir la discrepancia oseodentaria.

Observamos como el total de las medias de las diferencias de las discrepancias oseodentarias es tan solo de una centésima de mm, incluyendo el 0 en el intervalo de las medias, lo cual indica que los datos obtenidos por ambos *Métodos* son prácticamente iguales ó lo que equivale a decir que no hay un sesgo en la determinación de los valores, sino que las discrepancias son debidas al azar en todos los casos.

## DISCUSIÓN

---

Esto es lo que observamos en el diagrama de barras, donde la mayoría de los casos de este trabajo, aparecen en la parte central del diagrama, donde las diferencias de los datos son de 0 mm, por lo que prácticamente no hay diferencias.

Existen determinados sujetos que presentan valores bastante diferentes entre las discrepancias halladas por un *Método* y por el otro.

No disponemos de estudios que comparen la discrepancia oseodentaria entre un *Método Digital* y uno *Tradicional*, aunque disponemos del estudio realizado por De Echave 2001, en el cual compara los resultados de las discrepancias oseodentarias calculadas con los modelos de escayola y con fotocopias de los mismos.

- Existen una serie de diferencias interesantes que el *Método Digital* realiza de manera automática, sensible y rápida como son las diferencias entre las arcadas dentarias, las cuales nos permiten conocer la relación que guarda la arcada superior respecto a la arcada inferior.

Estas diferencias incluyen las diferencias en la longitud de arcada, en la anchura bicanina y en la anchura bimolar.

Estas diferencias que son calculadas de manera automática por el *Método Digital*, deben ser calculadas manualmente por el *Método Tradicional* si se desea saber su valor.

Los coeficientes de correlación de las gráficas de regresión lineal en las cuales relacionamos estas diferencias son de  $r = 0,962$ ,  $r = 0,976$  y  $r = 0,953$  para la longitud de arcada, anchura bicanina y bimolar, respectivamente. Se trata de coeficientes elevados y similares que indican la buena correspondencia entre las diferencias por ambos procedimientos.

## DISCUSIÓN

---

El intervalo de confianza del 95% de la pendiente y de la ordenada en el origen de la recta de regresión lineal incluye el 1 y el 0, lo que nos muestra que ambos *Métodos* de medición para todas las diferencias son idénticos.

La media de las diferencias entre los datos por ambos procedimientos para las diferencias en las anchuras bicaninas de las arcadas incluye el 0 en su intervalo de confianza, lo cual nos confirma de nuevo que los resultados con el *Método Digital* y *Método Tradicional* son iguales.

Con la diferencia en la longitud de arcada ó la anchura bimolar ocurre lo contrario, ya que no incluye el 0 en el intervalo de las diferencias.

- Otro cálculo interesante que el *Método Digital* realiza de manera automática es el cociente de la anchura de la arcada tanto superior como inferior.

Los coeficientes de regresión lineal para el cociente de las arcadas para cada una de las arcadas tomadas de manera independientes son muy altos, de  $r = 0,986$  y de  $r = 0,980$  para la arcada superior e inferior respectivamente.

El coeficiente de regresión lineal para el cociente de ambas arcadas tomadas de manera conjunta es incluso todavía mayor que los dos anteriores y muy cercano al 1, de  $r = 0,996$ .

En el caso del cociente de la arcada, tanto los intervalos de la ordenada en el origen como la pendiente de la recta de regresión lineal, incluyen el 0 y el 1 respectivamente en sus intervalos de confianza, lo cual indica la gran validez de los dos *Métodos*.

Sin embargo, la media de las diferencias de los cocientes entre ambos *Métodos*, es de 3 décimas de mm sin incluir el 0 en el intervalo de confianza, por ello, en el diagrama de barras, la mayoría de las diferencias se acumulan alrededor de diferencias de 0,50 mm.

## DISCUSIÓN

---

- Otra posibilidad que ofrece el *Método Digital* es la localización de asimetrías en los tamaños dentarios entre dientes homólogos.

Uno de los motivos de alteraciones en la oclusión dentaria es debido a la diferencia en los tamaños dentarios de dientes contralaterales.

Estas diferencias de tamaños pasan desapercibidas a simple vista en muchas ocasiones y no son localizadas con el *Método Tradicional*.

Sin embargo, una de las grandes ventajas del *Método Digital* es que permite la localización de estas asimetrías de manera automática, permitiendo su detección precoz evitando problemas de asimetrías posteriores.

Este *Método Digital* puede ser programado incluso para clasificar y cuantificar estas asimetrías dependiendo de la cantidad de mm de diferencia existentes entre los dientes.

### VII.3- PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DENTARIOS.

El primer aspecto importante que debemos tener en consideración respecto a la predicción de los tamaños dentarios, es que los valores variarán dependiendo no solo del tipo de población sino de la muestra utilizada.

En la **Tabla 1a y 1b**, mostramos los diferentes tamaños mesiodistales obtenidos por diferentes autores y sobre distintas poblaciones.

En esta **Tabla**, hemos representado los tamaños obtenidos en nuestro estudio tanto por el *Método Tradicional*, *Digital* como con la predicción con el Incisivo central superior y el Primer molar inferior como combinación de referencia.

## DISCUSIÓN

	DIGITAL	COMBINACIÓN	LANUZA	PLASENCIA	MARIN	OSTOS	LYSELL	LUNDSTROM	SEIPEL	LAVELLE	AXELSSON	BAR
	ESPAÑOL					SUECO				BRITÁNICO	ISLANDES	AUSTRALIANO
	2003	2003	1990	1982	1993	1989	1982	1963	1946	1968	1963	1963
	<b>ARCADA SUPERIOR</b>											
	8,92	8,92	8,68	8,42	8,78	8,58	8,69	8,61	8,73	8,66	8,87	9,1
	7,08	7,2	6,66	6,63	6,81	6,73	6,74	6,6	6,72	6,26	6,89	7,4
	8,06	8,12	7,65	7,52	7,81	7,82	7,85	7,7	7,91	7,44	7,96	8,1
	7,37	7,35	6,8	6,81	7,05	7,01	6,95	7,07	7,11	6,69	7,12	7,4
	6,98	7,14	6,51	6,53	6,76	6,66	6,67	6,78	6,91	6,47	6,86	7,
	10,79	10,93	10,27	10,23	10,24	0	9,94	10,61	10,58	10,66	10,84	11,
	<b>ARCADA INFERIOR</b>											
	5,61	5,62	5,47	5,24	5,48	5,45	5,43	5,35	5,46	5,57	5,53	5,7
	6,19	6,23	6	5,74	6,08	6	5,99	5,91	6,03	6,18	6,11	6,4
	7,02	7,09	6,61	6,59	6,9	6,89	6,82	6,73	6,9	6,93	6,96	7,2
	7,45	7,41	7,05	6,85	7,22	7,15	6,92	7,14	7,21	6,78	7,21	7,4
	7,54	7,56	7,09	6,98	7,23	7,2	6,94	7,28	7,31	6,79	7,36	7,4
	11,42	11,4	10,55	10,8	10,94	0	10,5	11,16	11,11	11,28	11,28	11,

*Tabla 1a: Medias de los Tamaños mesiodistales (mm) de distintas poblaciones y por diferentes autores.*

## DISCUSIÓN

—

FERNANDEZ	MOYERS	BALLARD	MOORREES	GARN	ALVESALO	RICHARDSON	NOURALLAH	KIRVESKARI	STAHLE	BISHARA	BLACK	KEENE
MEJICANO	BLANCO AMERICANO						SIRIO	LAPON	SUECO	NEGRO AMERICANO		
1989	1976	1944	1957	1968	1971	1975	2002	1978	1959	1989	1902	1979
<b>ARCADA SUPERIOR</b>												
8,3	8,79	8,91	8,59	8,72	8,72	8,92	8,79	8,66	8,68	8,55	9	8,95
6,65	6,83	7,08	6,55	6,65	6,76	7,16	6,8	6,76	6,85	6,7	6,4	7,19
7,87	7,74	8	7,74	7,8	7,92	7,96	7,87	7,73	7,89	7,62	7,6	8,14
6,95	6,68	7,27	6,93	7,02	7,07	7,51	7,02	6,92	7,07	6,82	7,2	7,53
6,82	6,58	7,14	6,72	6,71	6,71	7,09	6,72	6,59	6,84	6,6	6,8	7,05
10,7	10,38	10,98	10,66	10	10,17	10,8	10,46	10,34	0	10,25	10,7	10,96
<b>ARCADA INFERIOR</b>												
5,45	5,45	5,67	5,33	5,42	5,47	5,45	5,54	5,43	5,31	5,3	5,4	5,43
5,92	5,98	6,28	5,86	5,98	6,01	6,06	6,07	5,97	6	5,82	5,9	6,09
6,7	6,77	7,12	6,71	6,81	6,89	7,11	6,91	6,83	6,89	6,65	6,9	7,36
6,85	6,83	7,36	6,97	7,12	7,12	7,58	7,08	6,92	7,2	6,87	6,9	7,61
7,17	7,14	7,5	7,15	7,17	7,16	7,73	7,19	6,94	7,28	6,95	7,1	7,63
10,72	10,5	11,17	10,96	11,18	11,16	11,52	11,23	11,1	0	10,75	11,2	11,69

**Tabla 1b: Medias de los Tamaños mesiodistales (mm) de distintas poblaciones y por diferentes autores.**

## DISCUSIÓN

---

En la **Tabla 2**, comprobamos como los autores citados en el apartado de “Revisión de la literatura” han basado sus estudios para predecir los tamaños dentarios sobre distintas poblaciones.

AUTORES	POBLACION
BALLARD, WYLIE, 1947 HIXON, OLDFATHER, 1958 BOLTON, 1958 MOORREESS, REED, 1964 TANAKA, JOHNSTON, 1974 SMITH, KING y VALENCIA, 1979.	CAUCASIANOS
FERGURSON, 1978. FRANKEL y BENZ, 1986.	NEGROS AMERICANOS
OSTOS y TRAVESÍ, 1989. PLASENCIA, 1989. FERNANDEZ y SUAREZ, 1996.	ESPAÑOLES
AL-KHADRA, 1993.	ARABES
SCHIRMER, 1997.	NEGROS AFRICANOS
YUEN, 1998.	CHINOS
LEE-CHAN, 1998.	ASIO AMERICANOS
JAROONTHA y GODFREY, 2000.	TAILANDESES
NOURALLAH, 2002.	SIRIOS
LEGOVIC, 2003.	YUGOSLAVOS
ZILBERMAN, 1977.	ISRAELIES

**Tabla 2: Tipo de poblaciones estudiadas por cada autor.**

La predicción de los tamaños dentarios ideales de los dientes no erupcionados en dentición mixta ha sido y es uno de los objetivos en la Ortodoncia que nos permite realizar el nuevo *Método Digital*.

## DISCUSIÓN

---

Si repasamos todos los trabajos publicado en la literatura respecto a la predicción de tamaños dentarios, vemos como estos, se pueden clasificar en tres grandes grupos: métodos basados en ecuaciones de regresión, métodos basados en mediciones indirectas sobre radiografías y por último métodos que combinan elementos de los dos anteriores.

Sin embargo, el *Método Digital* introducido por nosotros en este trabajo, desde nuestro punto de vista, no se puede clasificar en ninguna de las tres categorías anteriores, considerándose una aparte y clasificándolo como un *Método Digital* basado en la interpolación de tamaños de los dientes utilizando listas de tamaños dentarios y dientes de referencia.

Una ventaja clara de este *Método Digital*, es la realización de la predicción del tamaño de dientes no erupcionados tanto en la arcada superior como en la inferior, a diferencia de otros procedimientos que tan solo predicen el tamaño de los dientes no erupcionados en la arcada inferior como describieron Ballard y Wylie 1947, Moorrees y Reed 1954, Hixon y Oldfather 1958.

Además, las predicciones se realizan de manera individualizada para cada diente, no como otros métodos que predicen de manera conjunta el canino y los premolares, como Ballard y Wylie 1947, Moyers 1963, Tanaka y Johnston 1974, Ostos y Travesí 1989, Fernández-Riveiro, Otero-Cepeda y Suárez-Quintanilla 1996, Jaroontham 2000 y Legovic 2003.

Una vez identificado y clasificado nuestro trabajo, vamos a analizar los resultados desde diferentes puntos de vista para mejorar su comprensión.

### VII.3.1- ELECCIÓN DE LOS DIENTES DE REFERENCIA.

Para el presente trabajo, elegimos, en un primer momento, tres dientes de referencia diferentes, la elección de estos, tiene una serie de razones y motivos que ya hemos comentado en el apartado de “Introducción” y que pasamos a discutir a continuación.

Los tres dientes de referencia elegidos son de los primeros dientes permanentes en erupcionar, lo que permite una vez han hecho erupción, medir el tamaño mesiodistal de los mismos.

En Ortodoncia, predecir el tamaño de los dientes no erupcionados de manera precoz es un claro objetivo.

La estabilidad en cuanto al tamaño dentario de los dientes de referencia es muy importante, ya que estos, van a ser tomados como punto de partida para calcular el resto de valores de dientes no erupcionados.

Por lo tanto, si el diente tomado como referencia tuviera el tamaño dentario alterado ó inestable, el resto de las predicciones serían erróneas.

Otra razón para utilizar un diente como referencia poco cariogénico, es que en ocasiones las obturaciones pueden no respetar la anatomía del propio diente, resultando ser restauraciones desbordantes que afecten al diámetro mesiodistal de los mismos imposibilitando la medición de manera precisa y exacta.

No todos los autores están de acuerdo respecto a la estabilidad de los tamaños dentarios de mismos dientes, considerando que son otros diferentes a los elegidos por nosotros, los que presentan tamaños dentarios más estables.

Desde nuestro punto de vista, este tipo de conclusiones dispares entre los diferentes autores dependerá en gran medida del tipo de población y muestra utilizada para el estudio.

A parte de la elección de estos tres dientes de referencia, es necesaria la introducción de unas tablas de tamaños dentarios ordenadas por percentiles y divididas por sexos en la base de datos del *Método Digital* para poder realizar interpolaciones de cada tamaño dentario de cada diente teniendo el diente de referencia como diente guía.

## DISCUSIÓN

---

Se necesitan diferentes tablas y por lo tanto diferentes valores para la predicción de los tamaños dentarios de hombres y de mujeres, ya que son muchos los autores que afirman y demuestran en sus estudios que los tamaños dentarios de hombres y mujeres son diferentes, siendo los de los hombres mayores a los de las mujeres con una diferencia estadísticamente significativa.

Esto, por lo tanto, implica que las ecuaciones de regresión sean distintas para cada sexo (Ballard y Wylie 1947, Sanin y Savara 1971, Keene 1979, Lysell 1982, Lanuza 1990 y Marín 1993).

### **VII.3.2- GRAFICAS DE REGRESIÓN LINEAL POR DIENTE DE REFERENCIA.**

Una manera de analizar la exactitud de cada diente de referencia es observando las gráficas de las rectas de regresión lineal donde relacionamos los valores reales de los dientes y los tamaños predichos con cada uno de los dientes de referencia.

Los dientes tomados como referencia han sido excluidos de estas gráficas, para evitar falsificar y aumentar los coeficientes de correlación.

Si comparamos los coeficientes de correlación de las gráficas de regresión lineal observamos como son muy elevados y parecidos entre sí,  $r = 0,959$ ,  $r = 0,951$  y  $r = 0,949$ , para el incisivo central superior, primer molar superior y primer molar inferior como dientes de referencia respectivamente.

Por lo tanto, según los coeficientes anteriores, el diente de referencia que obtendría las mejores predicciones, sería el incisivo central superior aunque no es estadísticamente significativo.

Tras la realización de estas gráficas de regresión lineal, decidimos realizar una combinación de dos dientes de referencia, por un lado un diente anterior de la arcada superior, el incisivo central superior y por otro lado, un diente posterior de la arcada inferior, el primer molar inferior.

## DISCUSIÓN

---

Si comparamos el coeficiente de correlación obtenido con esta combinación,  $r = 0,958$ , a los coeficientes anteriores, este es más alto que el de los dos molares y muy similar al del incisivo central superior con la peculiaridad de que en el incisivo central superior hemos excluido 200 dientes de referencia y en la combinación del incisivo central superior y del primer molar inferior, 400, por lo tanto el número de dientes utilizado es menor.

Según se comentó en el apartado de “Métodos estadísticos”, nuestros coeficientes de correlación serían considerados como “magníficos”, cuando los comparamos con otros estudios clásicos.

Llama la atención sobre todo el estudio de Moyers, muy popular debido a la tradición, el cual presenta coeficientes de correlación que hoy en día, según los autores anteriores rozarían lo rechazable,  $r = 0,621$ .

Sin embargo, estos estudios fueron aceptados en su momento debido a la aportación tan importante en su día.

### VII.3.3- CLASIFICACIÓN DE LAS PREDICCIONES POR DIENTE DE REFERENCIA.

Por otro lado, decidimos clasificar las predicciones en varios grupos según la intensidad de la diferencia entre los tamaños dentarios reales calculados por el *Método Digital* y los valores predichos con el mismo, como comprobamos en la **Tabla 3**, presentada anteriormente en “Resultados”.

Predicciones	Diferencias
<b>Buenas</b>	0 - 0,5 mm
<b>Aceptables</b>	> 0,5 - 1 mm
<b>Regulares</b>	> 1 mm

**Tabla 3: Tipo de predicción para los diferentes dientes de referencia.**

## DISCUSIÓN

---

En el diagrama de barras que representa las predicciones agrupadas por categorías para cada diente de referencia, vemos como todos los dientes de referencia obtienen muy buenos y similares resultados para las predicciones buenas, siendo la combinación del incisivo central superior y del primer molar inferior el mejor predictor, ya que presenta la columna más elevada en la zona de predicciones buenas.

De igual manera, esta combinación es la que menos predicciones aceptables y regulares obtiene ya que observamos como la columna correspondiente a esta combinación es la más baja de todas.

Cuando tomamos la combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior como diente de referencia, el número total de predicciones buenas no es la más alta, siendo superada por el incisivo central superior, aunque debemos tener en cuenta que esta última presenta menor número de dientes.

Por este motivo, no debemos fijarnos en el número total de predicciones y sí en el porcentaje de cada uno de ellos, siendo el más elevado, esta vez sí, el de la combinación del incisivo central superior y primer molar inferior, 78,95%.

Sin embargo, las diferencias regulares son más bajas tanto en número como en porcentaje para la combinación del incisivo central superior y primer molar inferior que para el incisivo central superior, 2,05% y 3,50% respectivamente.

Pero para valorar que diente es el mejor predictor, debemos observar las diferencias máximas encontradas para las predicciones regulares, donde comprobamos como la combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior es la combinación predictora que presenta las diferencias más pequeñas tanto en sentido negativo como positivo seguido del primer molar inferior (-1,41/+1,78 mm y -1,78/+1,78 mm respectivamente).

Las Tablas de Sanin y Savara que hemos introducido en el *Método Digital* tienen un tamaño mesiodistal con un tope superior que en algunos de nuestros pacientes y para la muestra seleccionada por nosotros era superada.

## DISCUSIÓN

---

Este es un factor que en estos casos concretos, nos llevó a la obtención de diferencias entre los tamaños reales y los predichos mayores de lo que verdaderamente deberían ser, por lo que en estudios futuros esta alteración técnica, se debe solucionar para evitar errores asociados a los tamaños de los dientes de la Tabla y no del propio *Método Digital*.

En resumen, podemos decir que la combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior es el mejor predictor, ya que es la que logra mayores predicciones buenas, un número medio de predicciones aceptables y bajas predicciones regulares.

La realización de combinaciones de dientes predictores habían sido propuestas por otros autores.

Pero las diferencias de nuestro trabajo con otros Métodos son varias; por un lado la elección de los dientes predictores, por otro, que nuestra técnica se basa en un *Método Digital* de aplicación inmediata y rápida a diferencia de los estudios publicados hasta ahora y en tercer lugar que, los coeficientes obtenidos son muy elevados en comparación con otros trabajos.

Sin embargo, González-Cuesta y Plasencia, encuentran interesante probar en la práctica clínica, utilizar solo la media de los incisivos laterales inferiores como predictores por dos motivos.

La primera razón, es que supone una simplificación del modelo habitual y la segunda, es que es despreciable la mejora que se obtiene al introducir como predictores también los incisivos centrales inferiores.

Nourallah 2002, realizó una comparación entre la predicción obtenida entre los incisivos inferiores permanentes por un lado y la suma de los incisivos centrales inferiores permanentes y los primeros molares superiores por el otro, afirmando que este segundo procedimiento es más exacto para predecir el tamaño de dientes no erupcionados, caninos y premolares superiores e inferiores.

La correlación entre los incisivos centrales inferiores y los primeros molares superiores con los dientes sin erupcionar es alta, con coeficientes de correlación de  $r = 0,72$  para la arcada superior y de  $r = 0,74$  para la inferior.

## DISCUSIÓN

---

Legovic 2003, también introdujo una combinación de los tamaños tanto mesiodistales como vestibulolinguales de los dientes predictores, incisivos centrales y laterales y primeros molares, para predecir el tamaño de dientes no erupcionados, caninos y premolares tanto superiores como inferiores.

En este estudio, los coeficientes resultantes fueron de  $r = 0,78$  y  $r = 0,85$  para mujeres y hombres respectivamente en la arcada inferior y de  $r = 0,79$  y  $r = 0,84$  en la arcada superior.

Además, comparó los estudios de otros autores que también realizaban combinaciones de dientes de referencia y los coeficientes calculados por ellos, Bachmann 1986 halló coeficientes de correlación de  $r = 0,83$  en el maxilar y de  $r = 0,85$  en la mandíbula, mientras que Gross y Hasund 1989 obtuvieron coeficientes de  $r = 0,72$  y de  $r = 0,85$  para el maxilar y la mandíbula respectivamente.

En las tablas de diferencias entre los tamaños reales y los predichos, llama la atención como las mayores diferencias tienden a concentrarse en los mismos individuos, lo cual indica que estos pacientes presentan la mayoría de sus dientes con alteraciones de los tamaños dentarios.

### VII.3.4- CLASIFICACIÓN PREDICCIONES PARA CADA DIENTE.

Una vez hemos clasificado el número total de las diferencias por categorías: buenas, aceptables y regulares, analizamos las predicciones para cada diente de manera individual.

Cuando seleccionamos el incisivo central superior como diente de referencia ó diente predictor, observamos como los dientes que mejor se predicen con el mismo, son los incisivos inferiores tanto centrales como laterales, así como el incisivo lateral superior. Mientras que los dientes que peores predicciones obtienen son los molares superiores e inferiores.

Si la selección es del primer molar superior como diente de referencia ó diente predictor, son los incisivos centrales y los laterales superiores los que peores predicciones obtienen siendo los premolares superiores e inferiores los mejores dientes predichos.

## DISCUSIÓN

---

El primer molar inferior tiene muy buenos resultados de predicción para los premolares y molares superiores e inferiores y resultados regulares para los incisivos centrales y laterales tanto superiores como inferiores.

Estas predicciones por dientes, fueron las que nos hicieron pensar en diseñar un predictor combinando diferentes dientes de referencia.

Comprobamos por un lado, que el incisivo central superior como diente de referencia, obtenía mejores resultados para predecir los incisivos laterales superiores, incisivos centrales y laterales inferiores que los otros dos dientes de referencia.

Y por otro, que el primer molar inferior lograba, mejores predicciones en general que el primer molar superior y mejores resultados de predicción para los caninos, premolares, molares superiores e inferiores que el incisivo central superior.

Esto nos llevó a utilizar, por un lado, el incisivo central superior para predecir los dientes anteriores, incisivos laterales superiores e incisivos centrales y laterales inferiores y por otro lado, el primer molar inferior para predecir los dientes posteriores, caninos y premolares superiores e inferiores y molares superiores.

Esta combinación es la que consigue que muchos dientes no tengan ninguna predicción regular, mientras que los dientes que las obtienen son muy escasos.

El incisivo lateral superior es el diente que peores resultados predictivos tiene con todos los dientes de referencia en general, debido a que es el que mayor variabilidad presenta en cuanto a su tamaño dentario, resultados que coinciden con otros autores.

### VII.3.5- COMPARACIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE LOS TAMAÑOS MESIODISTALES TOTALES POR ARCADAS.

Pero lo verdaderamente interesante, es conocer la cantidad de mm de diferencia entre los tamaños de los dientes medidos digitalmente con los tamaños predichos con los dientes predictores para cada arcada, arcada superior e inferior y el número de pacientes que presentaban cada diferencia.

Hemos considerado hasta 3 mm una diferencia entre el total de los tamaños de los dientes reales y los predichos como buena, ya que sería tan solo 1,5 mm por hemiarcada lo que es una diferencia insignificante y muy aceptable.

De esta manera, observamos en los diagramas de barras, que obtenemos mejores resultados y diferencias menores para la arcada inferior ya que las máximas diferencias son de 4,5 mm, mientras que las diferencias mayores de hasta 6 mm se sitúan en la arcada superior.

Considerando que hasta 3 mm de diferencia en el total de los tamaños mesiodistales de los dientes, se trata de una diferencia de muy aceptable para nosotros, 75 de los 100 pacientes de nuestro estudio (75%) presentaron diferencias totales buenas para la arcada superior y 83 de esos mismos pacientes (83%) para la arcada inferior, datos muy favorables desde nuestro punto de vista.

Más de la mitad de los pacientes que presentaron diferencias totales de la arcada mayores de 3 mm, tenían alteraciones en los tamaños dentarios y por lo tanto del Índice de Bolton, lo cual puede explicar esas diferencias en los valores de los tamaños dentarios y por consiguiente las diferencias grandes y mayores de 3 mm.

### VII.3.6- COMPARACIÓN TAMAÑOS DENTARIOS REALES TRADICIONALES, DIGITALES Y LOS PREDICHOS.

Cuando comparamos las medias de los tamaños dentarios de todos los dientes obtenidos por el *Método Tradicional*, por el *Método Digital* y los tamaños predichos con la combinación del incisivo central superior y primer molar inferior, observamos como tanto los tamaños obtenidos por el *Método Digital* como los valores predichos con la combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior, son muy parecidos a los obtenidos por el *Método Tradicional* aunque ligeramente mayores pero no estadísticamente significativos.

*Debido a que se trata de un tema novedoso y en continuo desarrollo, es posible que aparezcan en la Literatura nuevos artículos relacionados con el tema tras la publicación de esta Tesis.*

*Esta Tesis Doctoral se finalizó en Diciembre de 2003.*

## **VIII- CONCLUSIONES.**

## CONCLUSIONES

---

Las **CONCLUSIONES** de nuestro estudio respecto al desarrollo de un *Método Digital* de medición son las siguientes:

- 1) El *Método Digital* desarrollado permite, a partir de la digitalización de las arcadas dentarias de los modelos de escayola, determinar todas las medidas directas de la arcada dentaria con precisión, exactitud, sencillez y rapidez: tamaños mesiodistales de los dientes, anchuras bicaninas, anchuras bimolares y la obtención de líneas de arcadas ideales tanto superiores como inferiores.
  
- 2) El *Método Digital* calcula de manera automática, con precisión, exactitud, sencillez y rapidez el Índice de Bolton Anterior y Total identificando aquellos pacientes que se encuentran fuera de los valores establecidos por Bolton como normales, asimismo, localiza si la alteración se encuentra a nivel anterior ó posterior.
  
- 3) El *Método Digital* también calcula de manera automática las medidas indirectas de la arcada dentaria con precisión, exactitud, sencillez y rapidez: las discrepancias oseodentarias, las diferencias en las longitudes de arcada, las diferencias en las anchuras bicaninas y bimolares, los cocientes de las anchuras de las arcadas tanto superiores como inferiores de cada paciente y permite localizar y cuantificar asimetrías entre dientes de ambas hemiarcadas.

## CONCLUSIONES

---

- 4) Los resultados obtenidos al comparar el *Método Digital* con el *Método Tradicional* de medición tanto para las medidas directas como indirectas muestran resultados prácticamente idénticos, salvo para la medida de la anchura bimolar y la longitud de arcada, en que existe una diferencia sistemática menor de 3 décimas de mm.
  
- 5) Las imágenes resultantes de los modelos con el *Método Digital*, así como sus mediciones pueden ser archivadas en formato digital, evitando el almacenamiento físico de los modelos de estudio en la consulta, así como ser remitidas por Internet a otros profesionales para la realización de consultas ortodóncicas e incluso a los propios pacientes.

## CONCLUSIONES

---

Las **CONCLUSIONES** de nuestro estudio respecto a la predicción de tamaños dentarios son las siguientes:

- 1) El *Método Digital* de predicción de tamaños dentarios propuesto y probado por nosotros es sensible, sencillo, rápido y fiable.
- 2) Este *Método Digital* predice el tamaño de los dientes tanto de la arcada superior como de la inferior, de manera individualizada y no por grupos dentarios.
- 3) La elección como referencia de la combinación del incisivo central superior y el primer molar inferior es, de todos los dientes de referencia, la que obtiene más predicciones definidas como “buenas” y menos de aquellas que hemos definimos como “aceptables” y “regulares”, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.
- 4) El diente que obtiene menor número de predicciones buenas y mayor número de predicciones regulares con cada uno de los dientes de referencia, es el incisivo lateral superior, debido a que es el diente que mayor variabilidad presenta en su tamaño dentario.
- 5) Algunos de los pacientes a los que el *Método Digital* no predice correctamente los tamaños mesiodistales de los dientes, presentan discrepancias del Índice de Bolton.

**IX- BIBLIOGRAFIA.**

## BIBLIOGRAFIA

---

ADES, A.G; JOONDEPH, D.R; LITTLE, R.M; CHAPKO, M.K. (1990)  
Long-term study of the influence of the third molars on anterior alignment.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 97: 323-335.

ALIO, J.J; LARA, R; PALMA, J.C. (1998)  
Estudio de dimensiones transversales y longitudinales de arcadas dentarias en una muestra de población española de adultos ideales.  
Rev Esp Ortod; 38: 211-214.

ALIO, J.J; LARA, R; CALATAYUD, J. (1999)  
Estudio de dimensiones de arcadas dentarias y tipo facial en una muestra de población española de adultos ideales.  
Rev Esp Ortod; 39: 31-35.

AL-KHADRA, B.H. (1993)  
Prediction of the size of unerupted canines and premolars in contemporary Arab population.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 104: 369-372.

ALKOFIDE, E; HASHIM, H. (2002)  
Intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion classes: a comparative study.  
J Clin Pediatr Dent; 26: 383-387.

ARAUJO, E; SOUKI, M. (2003)  
Bolton anterior Tooth size discrepancies among different malocclusion groups.  
Angle Orthod; 73: 307-313.

ARMITAGE, P; BERRY, G. (1992)  
Estadística para la investigación biomédica.  
Barcelona: Doyma.

BALLARD, M. L. (1944)  
Asymmetry in tooth size: A factor in the etiology, diagnosis and treatment of malocclusion.  
Angle Orthod; 14: 67-70.

## BIBLIOGRAFIA

---

- BALLARD, M.L.; WYLIE, W.L. (1947)  
Mixed dentition case analysis-estimating size of unerupted permanent teeth.  
Am J Orthod; 33: 754-760.
- BALLARD, M.L. (1956)  
A fifth column within dental occlusions.  
Am J Orthod; 42: 116-124.
- BARROW, G.V; WHITE, J.R. (1952)  
Development changes in the maxillary and mandibular dental arches.  
Angle Orthod; 22: 41- 46.
- BAUME, L.J; MARECHÁUX, S. (1974)  
Uniform methods for epidemiologic assessment of malocclusion. The development of basic methods by the WHO and FDI.  
Am J Orthod; 66: 121-129.
- BEGOLE, E.A. (1979)  
A computer program for the analysis of dental arch form using the cubic spline function.  
Comput Prog Biomed; 10:136-142.
- BEGOLE, E. A; CLEALL, J. F; GORNY, H. C. (1979)  
A computer program for the analysis of dental models.  
Comput Prog Biomed; 10: 261-270.
- BEGOLE, E.A. (1981)  
A computer program for the analysis of dental arch form using the catenary's curve.  
Comput Prog Biomed; 13: 93-99.
- BENNETT, J.C; Mc LAUGHLIN, R.P. (1997)  
Orthodontic management of the dentition with the preadjusted appliance.  
Isis Medical Media Oxford.
- BISHARA, S.E; STALEY, R.N. (1984)  
Mixed dentition mandibular arch analysis.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 86: 130-135.

## BIBLIOGRAFIA

---

BLACK, G.V. (1897)

Descriptive anatomy of the human teeth.

Ed 4. Philadelphia, SS. White Dental Mfg. Co.

BOLTON, W.A. (1958)

Disharmony in tooth size and its relation to the analyses and treatment of malocclusion.

Angle Orthod; 28: 113-130.

BOLTON, W.A. (1962)

The clinical application of a tooth-size analysis.

Am J Orthod; 48: 504-529.

BRAVO, L.A; PLASENCIA, E. (1998)

Sobre la toma de decisiones clínicas en Ortodoncia.

Rev Esp Ortod 28; 235-245.

CANUT, J.A. (1989)

Ortodoncia clínica.

Barcelona: Salvat.

CARRASCO, J.L. (1989)

El método estadístico en la investigación médica.

Madrid: Ciencia.

CARTER, G.A; Mc. NAMARA, J.A.Jr. (1998)

Longitudinal dental arch changes in adults.

Am J Orthod Dentofacial Orthop; 114: 88-99.

CROSBY, D.R; ALEXANDER C.G. (1989)

The occurrence of tooth size discrepancies among different malocclusion groups.

Am J Orthod Dentofacial Orthop; 95: 457-461.

CUENCA, E; MANAU, C; SERRA, LL. (1991)

Manual de Odontología Preventiva y Comunitaria.

Barcelona: Masson S.A

## BIBLIOGRAFIA

---

- CURRIER, J.H. (1969)  
A computerized geometric analysis of human dental arch form.  
Am J Orthod; 56: 164-179.
- CHAMPAGNE, M. (1992)  
Reliability of measurements from photocopies of study models.  
J Clin Orthod; 26: 648-650.
- DE ECHAVE, M. (2001)  
Análisis comparativo de dos métodos de medición de discrepancias  
oseodentarias.  
Rev Iberoamericana Ortodoncia; 20: 25-29.
- DORIS, J.M; BERNARD, B.W, KUFTINEC, M.M. (1981)  
A biometric study of tooth size and dental crowding.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 79: 326-336.
- DROSCHL, H; COLLES, J; SAGER, K. (1977)  
Sobre la utilización de las tablas de probabilidad de Moyers.  
Rev Esp Ortod; 74: 185-201.
- ECHANIZ, R; BARBERÍA, E; PLANELLS, P; MOURELLE, M.R.  
(1995)  
Diámetro Bimolar.  
Rev Iberoamericana Ortodoncia; 14: 112-117.
- EDUARDO, M; GARCIA-GODOY, F. (1980)  
Diámetro mesiodistal coronario de los dientes permanentes en niños  
de Santo Domingo.  
Acta Odont Pediat; 1: 70-76.
- ESPAÑA, A.J. (1997)  
Análisis descriptivo y comparativo de la Odontometria y  
morfometria bucodental en niños con baja talla familiar, retraso  
constitucional del crecimiento, déficit de GH y síndrome de Turner.  
Tesis doctoral. Universidad de Granada.

## BIBLIOGRAFIA

---

FACAL, M; DE NOVA, J; FERNÁNDEZ, N; SUÁREZ QUINTANILLA, D. (1999)  
Oclusión y dimensiones en Dentición temporal.  
RCOE ; 4: 361-373.

FASTLICHT, J. (1970)  
Crowding of mandibular incisors.  
Am J Orthod; 58: 156-163.

FERNANDEZ-RIVEIRO, P; SUAREZ-QUINTANILLA, D; OTERO-CEPEDA, J.L. (1995)  
Análisis odontométrico de una población maloclusiva: Índice de Bolton.  
Rev Esp Ortod; 25: 119-126.

FERNANDEZ-RIVEIRO, P; OTERO-CEPEDA, J.L; SUAREZ-QUINTANILLA, D. (1996)  
Tablas de predicción en dentición mixta sobre una población maloclusiva.  
Rev Esp Ortod; 26: 311-318.

FOSTER, T.D; MENEZES, D.M. (1976)  
The assessment of occlusal features fro public health planning purposes.  
Am J Orthod; 69: 83-90.

FREEMAN, J.E ; MASKERONI, A.J ; LORTON, L. (1996)  
Frequency of Bolton tooth-size discrepancies among orthodontic patients.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 110: 24-27.

GARINO, F; GARINO, G.B. (2002)  
Comparison of dental arch measurement between stone and digital casts.  
World J Orthod; 3: 250-254.

GILMORE, C.A; LITTLE, R.M. (1984)  
Mandibular incisor dimensions and crowding.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 86: 493-502.

## BIBLIOGRAFIA

---

- GONZALEZ-CUESTA, J; PLASENCIA, E. (1990)  
Estudio del índice de Bolton en maloclusiones.  
Rev Esp Ortod; 20: 255-265.
- GONZALEZ-CUESTA, J; PLASENCIA, E. (1994)  
Estudio biométrico de la dentición permanente en una muestra de población maloclusiva. Parte II. Resultados odontométricos.  
Rev Esp Ortod; 24: 49-57.
- GOUVIANAKIS, D; DRESCHER, D. (1987)  
Der Tertiäre Unterkieferengstand in Abhängigkeit von  
Behandlungsbeginn und Methodik.  
Fortsohritte der Kieferorthopädie; 48: 407-415.
- HAEGER, R.S; SCHNEIDER, B.J; BEGOLE, E.A. (1992)  
A static occlusal analysis based on ideal Interarch and intraarch  
relationships.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 101: 459-464.
- HALAZONETIS, D.J. (1996)  
Ortho Bytes: The Bolton ratio studied with the use of spreadsheets.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 109: 215-219.
- HARREL, W.E; HATCHER, D.C; BOLT, R.L. (2002)  
In search of anatomic truth: 3-dimensional digital modelling and the  
future of orthodontics.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 122: 325-330.
- HARRIS, E.F; SMITH, R.J. (1980)  
A study of occlusion and arch widths in families.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 78: 155-160.
- HARRIS, E.F; SMITH, R.J. (1982)  
Occlusion and arch size in families. A principal components analysis.  
Angle Orthod; 52: 135-142.
- HATTAB, F.N; AL-KHATEEB, S; SULTAN, I. (1996)  
Mesiodistal crown diameters of permanent teeth in Jordania.  
Arch Oral Biol; 41: 641-645.

## BIBLIOGRAFIA

---

HEUSDENS, M; DERMAUT, L; VERBEECK, R. (2000)  
The effect of tooth size discrepancy on occlusion: an experimental study.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 117: 184-191.

HIXON, E. H; OLDFATHER, R.E. (1958)  
Estimation of the sizes of unerupted cuspid and bicuspid teeth.  
Angle Orthod; 28: 236-240.

HO, C.T.C; FREER, T.J. (1999)  
A computerized tooth-width analysis.  
J Clin Orthod; 33: 498-503.

HOUSTON, W.J.B. (1983)  
The analysis of errors in orthodontics measurements  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 83: 382-390.

HOWES, A.E. (1947)  
Case analysis and treatment planning based upon the relationship of the tooth material to its supporting bone.  
Am J Orthod; 33: 499-533.

HUDDART, A.G. (1971)  
The application of computers to the study of maxillary dimension  
Br Dent J; 130: 397-404.

IRWIN, R.D; HEROLD, J.S; RICHARDSON, A. (1995)  
Mixed dentition analysis: a review of methods and their accuracy.  
Int J Paediatr Dent; 5: 137-142.

JAROONTHAM, J; GODFREY, K. (2000)  
Mixed dentition space analysis in a Thai population.  
Eur J Orthod; 22: 127-134.

KEENE, H.J. (1979)  
Mesiodistal crowns diameters of permanent teeth in male American Negroes.  
Am J Orthod; 76: 95-99.

## BIBLIOGRAFIA

---

- KESLING, H.D. (1945)  
The philosophy of the tooth positioning appliance.  
Am J Orthod; 31: 297-340.
- KNOTT, V. (1972)  
Longitudinal study of dental arch widths at four stages of dentition.  
Angle Orthod; 42: 387-394.
- KUSNOTO, B; EVANS, C.A. (2002)  
Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic applications.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 122: 342-348.
- LANUZA, A. (1990)  
Análisis biométrico de las arcadas en relación con el desarrollo de la dentición.  
Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- LANUZA, A, PLASENCIA, E. (1992)  
Estudio de los cambios dimensionales y morfológicos de las arcadas en relación con el desarrollo de la dentición.  
Rev Esp Ortod; 22: 14-22.
- LAVELLE, C.L.B. (1975)  
Dental and other bodily dimensions in different orthodontic categories.  
Angle Orthod; 45: 65-71.
- LAVELLE, C.L.B. (1972)  
Maxillary and mandibular tooth size in different racial groups and in different occlusal categories.  
Am J Orthod; 61: 29-37.
- LEE-CHAN, S; JACOBSON, B.N; CHWA, K.H, JACOBSON, R.S. (1998)  
Mixed dentition analysis for Asians-Americans.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 113: 293-299.

## BIBLIOGRAFIA

---

- LEGOVIC, M; NOVOSEL, A; LEGOVIC, A. (2003)  
Regression equations for determining mesiodistal crown diameters of canines and premolars.  
Angle Orthod; 73: 314-318.
- LEVIN, E.I. (1978)  
Dental aesthetics and the Golden proportion.  
J Prosthetic Dent; 40: 244-252.
- LOMBARDI, R.E. (1973)  
The principles of visual perception and their application to denture aesthetics.  
J Prosthetic Dent; 29: 358-363.
- LUNDSTROM, A. (1954)  
Intermaxillary tooth width ratio and tooth alignment and occlusion.  
Acta Odont. Scand; 12: 265-292.
- LUNDSTROM, A. (1981)  
Intermaxillary tooth width ratio analysis.  
Eur J Orthod; 3: 285-287.
- LYSELL, L; MYRBERG, N. (1982)  
Mesiodistal tooth size in the deciduous and permanent dentitions.  
Eur J Orthod; 4: 113-122.
- MARCUSCHAMER, M. A. (2003)  
Proporción de oro en la oclusión.  
Rev Esp Ortod; 43: 10-14.
- MARÍN, J.M; MORENO, J.P; BARBERÍA, E; ALIÓ, J.J. (1993)  
Estudio de los diámetros mesiodistales de los dientes permanentes en una población de niños españoles.  
Ortod Esp; 34: 219-232.

## BIBLIOGRAFIA

---

MARÍN, J.M; BARBERÍA, E; MORENO, J.P. (1993)  
Estudio de los diámetros mesiodistales de los dientes temporales en una población de niños españoles.  
Odontol Ped; 2: 67-76.

MARÍN, J.M; ALIO, J.J; CACHO, A; PALMA, J.C. (1993)  
Métodos para la predicción de tamaños de los dientes no erupcionados. Una revisión de la bibliografía.  
Rev Iberoamericana Ort; 12:101-107.

MAYORAL, J; MAYORA, L.G. (1969)  
Ortodoncia. Principios fundamentales y práctica.  
Barcelona: Labor

MC GUINNESS, N.J; STEPHENS, C.D. (1992)  
Storage of orthodontic study models in hospital units in the U.K  
J Orthod; 19: 227-232.

MCKEOWN, H.F; ROBINSON, D.L; ELCOCK, C; AL-SHAROOD, M;  
BROOK, A.H. (2002)  
Tooth dimensions in hypodontia patients, their unaffected relatives and a control group measured by a new image analysis system.  
Eur J Orthod; 24: 131-141.

MERZ, M.L; ISAACSON, R.J; GERMANE, D; RUBENSTEIN L.K.  
(1991)  
Tooth diameters and arch perimeters in a black and white population.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 100: 53-58.

MOK, K.H; COOKE, M.S. (1998)  
Space analysis: a comparison of sonic digitization (DigiGraph Workstation) and the digital caliper.  
Eur J Orthod; 20: 653-661.

MOORREES, C.F.A; THOMSEN, S.O; JENSEN, E; YEN, P.K.  
(1957)  
Mesiodistal crown diameters of the deciduous and permanent teeth in individuals.  
J Dent Res; 36: 39-47.

## BIBLIOGRAFIA

---

MOORREES, C.F.A. (1959)

The dentition of the growing child. A longitudinal study of dental development between 3 and 18 years of age.

Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts, pp.245.

MOYERS, R.E; VAN DER LINDEN, F.P.G. M; RIOLO, M.L; Mc NAMARA, J.A. (1976)

Standards of human occlusal development.

Centre for human growth and development. Monograph number 5.

Craniofacial Growth series. The University of Michigan. Ann Arbor, pp. 371.

MOYERS, R.E. (1972)

Handbook of Orthodontics.4th Ed. Chicago: Year Book Medical Publishers, 230-240.

MURCIA, M.J; BRAVO, L.A. (1998)

Valoración de los índices de maloclusión más utilizados. Una revisión bibliográfica.

Ortodoncia Española; 38: 34-41.

MUSICH, D.R; ACKERMAN J.L. (1973)

The catenometer. A reliable device for estimating dental arch perimeter.

Am J Orthod; 63: 366-375.

NANCE, H.N. (1947)

The limitation of Orthodontic treatment I. Mixed dentition diagnosis and treatment.

Am J Orthod; 33: 177-223.

NANCE, H.N. (1947)

The limitation of Orthodontic treatment II. Mixed dentition diagnosis and treatment.

Am J Orthod; 33: 253-301.

NEFF, C.W. (1949)

Tailored occlusion with the anterior coefficient.

Am J Orthod; 35: 309-314.

## BIBLIOGRAFIA

---

NEFF, C.W. (1957)

The size relationship between the maxillary and mandibular anterior segments of the dental arch.

Angle Orthod; 27: 138-147.

NIE, Q; LIN, J. (1999)

Comparison of Intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion groups.

Am J Orthod. Dentofacial Orthop; 116: 539-544.

NOURALLAH, A.W; GESCH, D; KHORDAJI, M.N; SPLIETH, C. (2002)

New regression equations for predicting the size of unerupted canines and premolars in a contemporary population.

Angle Orthod; 72: 216-221.

OLIVIER, M; BRODEUR, J.M; BERNARD, C.H, FOURNIER, A; NACCACHE, H.(1989)

Les indices de malocclusion. État des connaissances.

Rev Orthop Dento Faciale; 23: 457-470.

OSTOS, M.J; TRAVESI, J; GONZÁLEZ, E. (1989)

Análisis de los diámetros mesiodistales en dentición permanente.

Ortod Esp; 30: 233-243.

OSTOS, M.J; TRAVESI, J. (1989)

Tablas de probabilidad de tamaño de sectores laterales dentarios en población española.

Rev Esp Ortod; 19: 35-56.

PAREDES, V; GANDIA, J.L; CIBRIAN, R. (2003)

Método de medición del índice de Bolton mediante digitalización de la arcada dentaria.

Ortod Esp; 43: 75-84.

PLASENCIA, E. (1981)

Análisis odontométricos en Ortodoncia.

Rev Esp Ortod; 11: 195-207.

## BIBLIOGRAFIA

---

PLASENCIA, E. (1982)  
Estudio métrico de la dentición permanente en maloclusiones y en oclusiones excelentes.  
Rev Esp Ortod; 12: 110-124.

PLASENCIA, E; CANUT, J.A. (1989)  
Los análisis odontométricos revisitados.  
Rev Esp Ortod; 19: 165-179.

PLASENCIA, E; GONZALEZ-CUESTA, J. (1996)  
Estudio del error de predicción en los análisis de la dentición mixta. Nuevos y viejos modelos de regresión.  
Rev Esp Ortod; 26: 389-401.

PECK, S; PECK, H. (1972)  
Crown dimensions and mandibular incisor alignment.  
Angle Orthod; 42: 148-153.

PECK, H; PECK, S. (1972)  
An index for assessing tooth shape deviations as applied to mandibular incisors.  
Am J Orthod; 61: 384-401.

PROFFIT, W.R. (1994)  
Ortodoncia: Teoría y Práctica.  
Madrid: Mosby-Doyma

QUINTERO, J.C; TROSIEN, A; HATCHER, D; KAPILA, S. (1998)  
Craniofacial imaging in Orthodontics: Historical perspective, current status, and future developments.  
Angle Orthod; 69: 491-506.

REDMOND, W.R. (2001)  
Digital models: a new diagnostic tool.  
J Clin Orthod; 6: 386-387.

REDMOND, W.R; REDMOND, W.J; REDMOND, M.J. (2002)  
Clinical implications of digital orthodontics.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 117: 240-241.

## BIBLIOGRAFIA

---

- RHEE, S.H; NAHM, D.S. (2000)  
Triangular- shaped incisor crowns and crowing.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 118: 624-628.
- RICHARDSON, E.R; MALHOTRA, S.K. (1975)  
Mesiodistal crown dimensions of the permanent dentition of  
American Negroes.  
Am J Orthod; 68: 157-164.
- RICHMOND, S. (1987)  
Recording dental casts in three dimensions.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 92: 199-206.
- RICKETTS, R. (1981)  
The Golden divider.  
J Clin Orthod; 15: 752-759.
- RICKETTS, R. (1982)  
Biologic significance of the divine proportion and Fibonacci series.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 81: 351-370.
- RIVERO, J.C; OCHANDIANO, S; CARREÑO, A; JIMENEZ, S.  
(1998)  
Uso tridimensional del oclusograma en el plan de tratamiento  
ortodóncico.  
Ortodoncia Española; 38: 42-50.
- ROSSOUW, P.E; BENATAR, M; STANDER, I; WYNCHANK, S.  
(1991)  
A critical comparison of three methods of measuring dental models.  
J Dent Assoc S Afric; 46: 223-226.
- RUDGE, S.J. (1982)  
A computer program for the analysis of study models.  
Eur J Orthod; 4: 269-273.
- RUDOLPH, D.J; DOMINGUEZ, P.D; AHN, K; THINH, T. (1998)  
The use of tooth thickness in predicting Intermaxillary tooth  
discrepancies.  
Angle Orthod; 133-140.

## BIBLIOGRAFIA

---

- RUSSELL, C.M. (2003)  
Readers´ forum: letters to the editor.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 124: 13A-14A.
- SANDLER, P.J; MURRAY, A.M; BEARN, D. (2002)  
Digital records in Orthodontics.  
Dent Update; 29: 18-24.
- SANIN, C; SAVARA, B.S. (1971)  
An analysis of permanent mesiodistal crown size.  
Am J Orthod; 59: 488- 500.
- SANTORO, M; AYOUB, M.E; PARDI, V.A; CANGIALOSI, T.J. (2000)  
Mesiodistal crown dimensions and Tooth size discrepancy of the permanent dentition of Dominican Americans.  
Angle Orthod; 70: 303-307.
- SEIPEL, C.M. (1946)  
Variation of tooth position. A metric study of variation and adaptation in the deciduous and the permanent dentitions.  
Svensk Tandlak Tidskr 39; 26 Suppl.
- SHAPIRA, J; CHAUSHU, S; BECKER, A. (2000)  
Prevalence of tooth transposition, third molar agenesis, and maxillary canine impaction in individuals with Down syndrome.  
Angle Orthod; 70: 290-296.
- SHELLHART, W.C; LANGE, W; KUMPLER, G.T; HICKS E.P; KAPLAN, A.L. (1995)  
Reliability of the Bolton tooth size analysis when applied to crowded dentitions.  
Angle Orthod; 65: 327-334.
- SHERIDAN, J.J. (2000)  
The reader´s corner.  
J Clin Orthod; 34: 593-597.

## BIBLIOGRAFIA

---

SILLMAN, J.H. (1964)  
Dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years.  
Am J Orthod; 50: 824-841.

SCHIRMER, U.R; WILTSHIRE, W.A. (1997)  
Manual and computer-aided space analysis: A comparative study.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 112: 676-680.

SCHIRMER, U.R; WILTSHIRE, W.A. (1997)  
Orthodontic probability tables for black patients of African descent: mixed dentition analysis.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 112: 545- 551.

SHELLHART, W.C; LANGE, D.W; KLUEMPER, G.T; HICKS, E.P;  
KAPLAN, A.L. (1995)  
Reliability of the Bolton tooth-size analysis when applied to crowded dentitions.  
Angle Orthod; 65: 327-334.

SMITH, S.S; BUSCHANG, P.H; WATANAVE, E. (2000)  
Interarch tooth size relationships of 3 populations: "Does Bolton's analysis apply?"  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 117: 169-174.

STALEY, R.N; KERBER, P.E. (1978)  
A review of the Hixon and Oldfather mixed dentition prediction Method.  
Am J Orthod; 73: 169- 177.

STALEY, R.N; SHELLY, T.H; MARTIN, J.F. (1979)  
Prediction of lower canine and premolar widths in the mixed dentition.  
Am J Orthod; 76: 300-309.

STALEY, R.N; KERBER, P.E. (1980)  
A review of the Hixon and Oldfather mixed dentition prediction Method.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 78: 296-302.

## BIBLIOGRAFIA

---

STEADMAN, S.E. (1952)  
The relation of upper anterior teeth to lower anterior teeth as present on plaster models of a group of acceptable occlusion.  
Angle Orthod; 22: 91-97.

STIFTER, J. (1958)  
A study of Pont's, Howes', Rees', Neff's and Bolton's analysis on Class I adult dentitions.  
Angle Orthod; 28: 215-225.

TA, T.A; LING, J.Y; HAGG, U. (2001)  
Tooth size discrepancies among different occlusion groups of southern Chinese children.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 120: 556-558.

TANAKA, M.M; JOHNSTON, L.E. (1974)  
The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population.  
J Am Dent Assoc; 88: 798-801.

TEJERO, A; PLASENCIA, E; LANUZA, A. (1991)  
Estudio biométrico de la dentición temporal.  
Rev Esp Ortod; 21: 167-179.

TOMASSETTI, J.J, TALOUMIS, L.J, DENNY, J.M, FISCHER, J.R. (2001)  
A comparison of 3 Computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method.  
Angle Orthod; 71: 351-357.

TOWNSEND, G.C. (1983)  
Tooth size in children and young adults with trisomy 21(Down syndrome).  
Arch. Oral Biol; 28: 159-166.

TRAN, A.M; RUGH, J.D; CHACON, J.A; HATCH, J.P. (2003.)  
Techno Bytes: Reliability and validity of a computer-based Little irregularity index.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop; 123: 349-351.

## BIBLIOGRAFIA

---

- TRANKMANN, J; MOHRMANN, G; THEMM, P. (1990)  
Vergleichende Untersuchungen der Stuzonenprognose.  
Fortsohitte der Kieferorthopadie; 51:189-194.
- VALLEJO, E; ESPAÑA, A.J; MUÑOZ, A; FERNANDEZ, J.M. (1998)  
Estudio de los diámetros mesiodistales en una población de niños  
españoles con retraso del crecimiento por baja talla familiar.  
Ortod Esp; 38: 163-167.
- YEN, C.H. (1991)  
Computer-aided space analysis.  
J Clin Orthod; 25: 236-238.
- YUEN, K.K, TANG, E.L, SO, L.L. (1998)  
Mixed dentition analysis for Hong-Kong Chinese.  
Angle Orthod; 68: 21-28.
- ZILBERMAN, Y; KOYOUUMDJISKY-KAYE, E; VARDIMON, A. (1977)  
Estimation of mesiodistal of width of permanent canines and  
premolars in early mixed dentition.  
J Dent Res; 56: 911-915.
- ZILBERMAN, O; HUGGARE, J.A.V; PARIKAKIS, K.A. (2002)  
Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements  
using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models.  
Angle Orthod; 73: 301-306.