



DESARROLLO DE UNA SERIE DE PLANTILLAS PARA DETERMINAR LAS
FORMAS DE ARCO TENIENDO EN CUENTA EL TAMAÑO DE LOS DIENTES
ANTERIORES SUPERIORES Y EL WALA RIDGE

JULIÁN MAURICIO VILLADA
KEVIN GILBERTO OJEDA ORTIZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOFACIAL
MANIZALES
2019

DESARROLLO DE UNA SERIE DE PLANTILLAS PARA DETERMINAR LAS
FORMAS DE ARCO TENIENDO EN CUENTA EL TAMAÑO DE LOS DIENTES
ANTERIORES SUPERIORES Y EL WALA RIDGE

Autores

JULIÁN MAURICIO VILLADA
KEVIN GILBERTO OJEDA ORTIZ

Proyecto de grado para optar al título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia
Dentofacial

Tutor

RAMIRO MEJÍA SANIN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOFACIAL
MANIZALES
2019

RESUMEN

Objetivo: Desarrollar una plantilla para las formas de arco teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA Ridge.

Metodología: Estudio observacional descriptivo, que consideró un muestreo probabilístico de 385 modelos buscando que el tamaño de los dientes y el WALA Ridge pudiera predecir la forma del arco con un 95% de confianza y un error estimado del 5%. Se determinó el valor promedio del ancho mesio-distal de cada diente a través de una distribución de percentiles, se desarrolló la forma de arco anterior con base en la Curva de Bonwill. El ancho posterior del arco se determinó de acuerdo al WALA de cada modelo .

Resultados: Estadísticamente se calcularon los tamaños correspondientes a los percentiles 10 a 90 y se clasificaron como pequeño, mediano y grande, se establecieron los límites inferiores y superiores para cada percentil, con los cuales se crearon 10 categorías. Para la selección de las medidas para las plantillas de arco fueron considerados los valores promedio de cada categoría para hombres y mujeres. Los modelos fueron distribuidos en nueve grupos determinados por el tamaño de los dientes de acuerdo a la clasificación descrita por Mejía, Gonzalez, Sadehian (2016). Una vez clasificados, a cada grupo se le diseñó una plantilla con la forma del arco manualmente, la cual fue digitalizada y exportada para su configuración final utilizando un software de diseño y modelado 3D (AutoCAD, Autodesk).

Conclusiones: Se diseñó un juego de 20 plantillas para individualizar las formas de arco teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA Ridge, determinando así las formas de arco a partir de medidas dentales.

Palabras Claves: arco dental (DeCS), posición de los dientes (DeCS) ortodoncia correctiva (DeCS).

ABSTRACT

Objective: To develop a template for arch shapes considering the size of the upper anterior teeth and the Wala Ridge.

Methodology: Descriptive observational study that contemplated a probability sampling of 385 models to determine whether the size of the teeth and the Wala Ridge could predict the shape of the arch with 95% confidence and an estimated error of 5%. The average mesiodistal width value of each tooth was determined through the distribution of percentiles. The anterior arc shape was developed based on the Bonwill Curve and the Wala of each model determined the posterior width of the arch.

Results: Statistically, the sizes corresponding to the 10th to 90th percentiles were calculated and classified as small, medium or large, the lower and upper limits were established for each percentile which created 10 categories. For the selection of the measurements for the arch templates, the average values of each category for men and women were considered. The models were distributed in nine groups determined by the size of the teeth according to the classification described by Mejía, Gonzalez, Sadehian (2015). Once classified, there was a manually designed template with the shape of the arch for each group, which was digitized and exported for final configuration using a 3D design and modeling software (AutoCAD, Autodesk).

Conclusions: A set of twenty templates were designed to individualize the arch shapes taking into account the size of the upper anterior teeth and the WALA; thereby determining the arch shapes from dental measurements.

Keywords: dental arch (DeCS), teeth position (DeCS) corrective orthodontics (DeCS).

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	8
2	INTRODUCCIÓN	9
3	ANTECEDENTES.....	11
4	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
5	JUSTIFICACIÓN.....	16
7	REFERENTE TEÓRICO.....	19
8	OBJETIVOS.....	27
8.1	GENERAL:.....	27
8.2	ESPECÍFICOS:.....	27
9	METODOLOGÍA	28
10	RESULTADOS	31
11	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	41
12	CONCLUSIONES.....	44
13	RECOMENDACIONES	45
14	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de percentiles del ancho meso-distal de cada diente y su correspondiente relación de Bolton total y anterior, para género femenino según Mejía,González,Sadeghian (60).	23
Tabla 2 Distribución de percentiles del ancho meso-distal de cada diente y su correspondiente relación de Bolton total y anterior, para género Masculino.....	24
Tabla 3 Medidas de tendencia central y de dispersión de la edad clasificada según el género.	31
Tabla 4 Tamaño de los dientes anteriores superiores (mm) y ancho total (D13-D23) (mm) según el género	32
Tabla 5 Clasificación de acuerdo con la metodología empleada por Mejía, Gonzalez & Sadehian (2016).....	33
Tabla 6 Valores mínimos y máximos, y percentiles para los dientes anteriores superiores clasificados según el género	33
Tabla 7 Diferencias estadísticas entre los valores de todas las categorías establecidas para ambos géneros	34
Tabla 8 Clasificación de la forma de arco del segmento anterior según las categorías definidas en la Tabla 3 para el sexo femenino y masculino	35
Tabla 9 .Valores promedio de cada categoría para hombres y mujeres	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Puntos de referencia y medidas ideales del análisis de WALA Ridge, según 25

1 PRESENTACIÓN

El éxito de un tratamiento de ortodoncia radica en gran parte en un diagnóstico correcto del caso. Las herramientas de apoyo diagnóstico tienen su fundamento en la biometría, es decir en realizar mediciones iniciales y compararlas con estándares establecidos para determinar si se encuentran en normalidad o están aumentados o disminuidos.

El WALA Ridge o también conocido como análisis de WALA o simplemente WALA (denominado así por las iniciales de los autores Will Andrews and Laurence Andrews), es la línea que corresponde a la unión entre el hueso basal y el hueso alveolar del maxilar inferior. Esta referencia anatómica se ha tomado como una ayuda diagnóstica al inicio, durante y al finalizar el tratamiento de ortodoncia. Este proyecto pretende desarrollar una plantilla para determinar las formas de arco teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA. Con este fin se aplicó un diseño investigativo observacional descriptivo, considerando un muestreo probabilístico. Se determinó el valor promedio del ancho mesio-distal de cada diente a través de una distribución de percentiles, posteriormente se desarrolló la forma de arco anterior con base en la Curva de Bonwill, se determinó luego el ancho posterior del arco de acuerdo al WALA de cada paciente. La forma de arco anterior dada por la curva de Bonwill y la forma de arco posterior dada por el WALA, dio la forma de arco individualizada para cada paciente.

El impacto del proyecto radica en proponer un juego de plantillas para determinar las formas de arco, teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA, lo que se convertiría en una ayuda diagnóstica práctica, válida y precisa.

2 INTRODUCCIÓN

Actualmente existen una variedad de técnicas de tratamiento de ortodoncia que se basan en diferentes configuraciones de los arcos de alambre y que se seleccionan principalmente a partir de la forma anatómica del arco dental de cada paciente (1). No obstante, en la práctica clínica, los especialistas en ortodoncia tienden a simplificar el proceso de selección de arco al usar el de forma ovoide rutinariamente, sin analizar a profundidad la forma de la arcada de los pacientes antes de iniciar el tratamiento.

La variabilidad anatómica de todas las estructuras del cuerpo humano exige que los tratamientos deban ser más personalizados, es decir acordes con el fenotipo de cada sujeto. Para lograr este objetivo se usan herramientas que permitan hacer mediciones precisas y simplificadas que sirvan de punto de partida para hacer mejores evaluaciones (2).

El conocimiento de las dimensiones odontométricas (tamaño dental) se ha utilizado en diferentes áreas de la odontología, en estética dental, rehabilitación y en ortodoncia. Estas dimensiones sirven como apoyo para el diagnóstico y para tener una visualización de los resultados tanto estéticos como funcionales, evitando el uso de otras herramientas diagnósticas como el encerado funcional o algunas más complejas como el modelado en tres dimensiones con la ayuda de software específicos (3).

La forma del arco dental del paciente, antes de iniciar el tratamiento, parece ser la mejor guía para lograr estabilidad al final del tratamiento y minimizar la recidiva. La mayoría de los estudios que investigan la forma del arco dental, se han enfocado en encontrar una forma característica de los arcos. Las primeras evaluaciones fueron subjetivas, basadas en la opinión de personas y en la observación clínica. Recientemente las formas de arco han sido descritas con una variedad de ecuaciones matemáticas (4). Algunos investigadores y clínicos intentan describir y clasificar la forma del arco dental humano afirmando que la forma del arco dental depende de la configuración del hueso de soporte y que se modifica con la erupción de los dientes, con la presión de la musculatura circundante y con las fuerzas funcionales (5).

Esta investigación tuvo como propósito establecer formas de arco a partir de medidas dentales, permitiendo diseñar unas plantillas para individualizar las formas de arco según el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA.

3 ANTECEDENTES

Will Andrews and Laurence Andrews, en su postulado: "Los seis elementos de la armonía facial", en el que clasifican los objetivos del tratamiento ortodóncico, proponen la forma y longitud de los arcos dentales como el primer elemento, sustentados en la premisa que tanto la forma como la longitud de los arcos dentales deben ser individualizados a cada paciente, y a partir de esto, se establecen algunos parámetros: el vértice de la raíz del eje axial de cada diente debe centralizarse en el hueso basal y la corona debe presentar la inclinación correcta; la distancia entre el punto FA y la cresta WALA con valores nominativos; la línea central del arco dental es igual a la suma del diámetro de las coronas en los puntos de contacto y la profundidad de la línea central de la mandíbula arco debe estar entre 0 y 2,5 mm.

Estudios más recientes han empleado los puntos de referencia del WALA para el análisis morfológico de los arcos (6).

Ronay y col (7)., establecieron la relación entre la forma del arco dental y el hueso basal para la estandarización de la forma del arco, además confirmaron que los puntos de referencia planteados en WALA ofrecen una representación útil de la base apical para la predeterminación de la forma del arco dental individualizado.

En otro estudio, identificaron que los puntos WALA eran muy útiles para predecir la forma ideal de arco dental en pacientes clase I y clase II división I; con lo que se podría estabilizar el tratamiento a largo plazo (8).

Zou y colaboradores(9) establecieron una relación de moderada a alta usando modelos digitales en 3D entre el WALA y arco dental en pacientes con clase III severa. Triviño y colaboradores (10) evaluaron las mismas distancias entre las coronas de los dientes inferiores y el proceso alveolar en pacientes brasileños con oclusión normal. Estos investigadores concluyeron que los incisivos, los segundos premolares y los molares tenían una posición coronal más lingual.

La forma del arco no sólo sirve en la fase de diagnóstico, también resulta de interés en la fase de tratamiento y post-tratamiento. De igual forma sucede con el WALA, que sirve como herramienta en todas las fases de manejo ortodóntico del paciente. Lombardo y colaboradores (11), realizaron estudios en diferentes poblaciones, teniendo como referencia los puntos FA en los arcos dentales y el WALA en el hueso alveolar, identificando estos puntos en modelos digitalizados en 3D y comparando con la forma de los arcos de los alambres usados con mayor frecuencia en el mercado. Los análisis mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones obtenidas en los pacientes y las medidas de los arcos de alambre, particularmente en zona de caninos y de molares tanto superiores como inferiores, llegando a la conclusión que ninguno de los arcos de alambre que se ofrecen en el mercado representa la forma de la dentición ideal de la población examinada, sobre todo entre caninos y molares (11).

4 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El entendimiento de la relación entre las formas de arco basal y las formas de arco dental tiene una importancia diagnóstica y terapéutica debido a que la expansión de los arcos dentales en los tratamientos ortodónticos se considera una acción limitada. Si los dientes se mueven más allá del límite de la base apical se pueden producir complicaciones periodontales y puede aumentarse el riesgo de reincidencia especialmente en el arco mandibular (12),(13).

Algunos estudios científicos enfatizan la importancia de lograr una coordinación entre los arcos superiores e inferiores y afirman que la ausencia de esta coordinación puede llevar a problemas funcionales y estéticos (14), (15). En los últimos años, varios estudios (16),(17),{Ronay, 2008 #18} han evaluado la dimensión de los arcos usando el “WALA Ridge, que conecta los puntos más corvejados de la unión mucogingival (18). Sin embargo ninguno de estos estudios analiza la dimensión de los dientes maxilares, ni el arco maxilar, por lo tanto no se considera la relación horizontal entre la dentición superior e inferior.

Según el estudio de Bayome y colaboradores (19) del 2013 los individuos con arcos dentales ovoides, cónicos o cuadrados muestran sólo mínimas diferencias en las dimensiones del arco esquelético. Aunque este grupo investigativo encontró correlaciones fuertes entre los anchos inter-molar dental y basal, sólo se registraron correlaciones moderadas entre los anchos caninos. Estos hallazgos sugieren que el arco basal no puede ser el único factor para determinar la forma del arco dental, especialmente en el área anterior. Es por esto que el presente trabajo investigativo pretende superar este vacío lógico al desarrollar unas plantillas para determinar las formas de arco teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA Ridge.

En ortodoncia, las medidas meso-distales de las coronas dentales son variables asociadas a grupos poblacionales y etnias, que pueden afectar el desarrollo dento-maxilar, causar efectos en la relaciones inter-oclusales durante y después del tratamiento ortodóntico y pueden generar una maloclusión menor que eventualmente puede ser tratada en parte con desgaste interproximal selectivo o con un movimiento dental menor (20).

Existen varias herramientas o métodos de apoyo diagnóstico, que se fundamentan en las mediciones iniciales antes de cada tratamiento y que sirven como ayuda en el seguimiento de los casos. Las tablas de Bolton se utilizan para la determinación de las discrepancias de tamaño dental inter maxilares (21), pero han sido discutidas por la población utilizada como base para su construcción (22) y por su inespecificidad, dado que este método no determina con precisión la ubicación del maxilar en el que se encuentra la discrepancia (23). Similarmente, la forma y el tamaño del arco dental también son determinantes en el diagnóstico, durante el tratamiento y pos-tratamiento (24). Se han propuesto diferentes métodos matemáticos, geométricos y computarizados para estimar la forma del arco (24).

Los investigadores se han esforzado en reducir las plantillas o formas de arco a la mínima cantidad que permita reproducir las distintas formas de arco de la población en general, sin embargo es un gran reto porque además de la forma también está el tamaño y los patrones de múltiples formas, o sea, con un patrón diferente entre la zona anterior y la posterior(25).

Una de las plantillas más utilizadas es la de Engel, quien propuso 9 formas de arco, reducidas por Ricketts a solo 5 en su plantilla pentamórfica. Alexandre propuso la plantilla Vari Simplex, Ovation desarrollada por Roth, Orthoform con tres variaciones y Damon con una sola plantilla (19). Para estimar estas formas, algunos métodos se basan en una sola variable, el contorno vestibular, o los vértices cuspídeos. También utilizan varias mediciones, como por ejemplo el análisis de WALA Ridge, o medidas meso distales, o componentes del análisis de Bolton (19).

En un paciente maduro el borde WALA y la amplitud mandibular no puede ser modificada, según Andrews los molares mandibulares posicionados óptimamente serán verticales en sus alveolos y su eje facial o centro de la corona será posicionado horizontalmente 2 mm desde el borde WALA, con esta información la amplitud de la mandíbula de WALA a WALA es definida menos 4 mm. Se ha identificado en diferentes poblaciones que los arcos de alambre preformados que ofrecen las casas comerciales no se ajustan a las formas de arco de las poblaciones analizadas (26).

Por otra parte, el grupo de investigación en Salud Oral de la facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Manizales, viene trabajando en mediciones dento faciales, y

propuso, en un proyecto investigativo, la elaboración de una tabla en percentiles, similar a la propuesta por Sanín&Savara, en la que clasificó los tamaños dentales en tres grupos. A partir de allí se reconoció un grupo entre el percentil 30 y 70, que puede servir como grupo estándar para establecer formas de arco a partir de medidas dentales, sin que las discrepancias maxilares puedan afectar los resultados de las dimensiones dentales.

Basado en lo anteriormente expuesto, se plantea como pregunta problema:

¿Qué característica tendría el desarrollo de unas plantillas para individualizar las formas de arco teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA?

5 JUSTIFICACIÓN

El tamaño y la forma de los arcos dentales tienen implicaciones considerables para el diagnóstico y plan de tratamiento en ortodoncia. Estos factores tienen un efecto en el espacio disponible, en la estabilidad de la dentición, y en la estética dental. La definición del arco dental podría mejorar el entendimiento de la mal-oclusión y ayudar a los clínicos en el alcance de resultados ortodónticos consistentes con las leyes de la naturaleza que rigen la variación biológica.

Aunque la mayoría de estudios sobre la forma de los arcos han considerado muestras similares de pacientes-sujetos con oclusiones ideales no tratados ortodónticamente pocos han logrado un acuerdo acerca de la superficie natural del arco dental. Se cree, comúnmente, que la forma del arco dental es inicialmente delineada por la configuración del hueso de soporte (27). Aún más, teorías opuestas sobre la variación de la forma de los arcos dentales ha coexistido por 100 años (28)

El desarrollo de los brackets pre-ajustados ha permitido a los ortodoncistas concentrarse más en el diagnóstico, en la planificación y en la mecánica del tratamiento, en lugar del complicado doblaje de alambres según el arco dental. Sin embargo, con la disponibilidad de los arcos pre-ajustados, la correcta selección de un arco preformado es un paso fundamental en práctica clínica de ortodoncia que a menudo se pasa por alto. Como lo demuestran los muchos tipos de formas de arco disponibles, los ortodoncistas no están de acuerdo con disponer de una sola forma de arco.

Los estudios anteriores sobre la forma de los arcos se han centrado principalmente en describir y ajustar formas de arco geométrica o matemáticamente de una manera más precisa. Muchos autores afirman que podría haber una forma estándar de arco dental con algunas curvas geométricas o matemáticas, por ejemplo, semicírculo (29); elipse (30); parábola, hipérbola (31); curvacatenaria (32); secciones cónicas (33); funciones de polinomios (34), Euclidiana y similares que se describieron una vez como formas ideales estándar que debían ajustarse al arco dental y garantizar la precisión en la descripción de las formas de los arco.

Una vez que se logra describir la forma del arco con una cierta función geométrica o matemática, el problema de cómo definir o clasificar el arco dental en varios tipos sistemáticamente sin sesgo del observador todavía existe.

La clasificación de las formas de los arcos, es especialmente importante cuando se usan alambres pre-contorneados con “memoria”. Aunque existen formas comerciales, las formas no son clasificadas de acuerdo a bases científicas, sino por creencias de algunos ortodontistas respecto a la forma de los arcos.

Algunos investigadores han usado arcos comerciales para sus investigaciones en el tema como: OrthoForm (3M Unitek, Monrovia, Calif) (35), Pentamorphic, arch template (Rocky Mountain Orthodontics, Denver, Colo) (36), Tru-Arch (Ormco, Sybron Dental Specialties, Orange, Calif) (37), and Brader (American Orthodontics, Sheboygan, Wis) (37) entre otras. Sin embargo hay cierto grado de subjetividad en la clasificación de las formas de éstos arcos dentales ya que estas formas se basan no sólo en cifras matemáticas sino en la experiencia clínica de los profesionales, o en la preferencia de ciertas compañías clínicas. Los estudios de Felton y colaboradores (38) y Camporesi y colaboradores (39) mostraron que no había ningún predominio de una forma de arco en particular entre las formas de arcos disponibles ni tampoco una superioridad en su ajuste.

Se ha identificado en diferentes poblaciones que los arcos de alambre preformados que ofrecen las casas comerciales no se ajustan a las formas de arco de las poblaciones analizadas (26). Hoy existen una gran variedad de arcos preformados disponibles para los ortodontistas. Los ortodontistas, teóricamente, seleccionan el tamaño y la forma de los arcos preformados para ajustarlos al arco dental de los pacientes en una forma tan exacta como sea posible para lograr un resultado estable en el tratamiento. Por lo tanto se requiere que la forma del arco sea determinada lo más exactamente posible para aumentar la eficacia del movimiento dental y para asegurar la estabilidad del tratamiento de ortodoncia.

Este trabajo trata de desarrollar una serie de plantillas con el fin de establecer formas de arco a partir de medidas dentales, sin que las discrepancias maxilares puedan afectar los resultados de éstas dimensiones.

7 REFERENTE TEÓRICO

El éxito de un tratamiento de ortodoncia radica en gran parte a una buena impresión diagnóstica. Los ortodoncistas deben tener en cuenta múltiples aspectos dentales, oclusales, orofaciales y funcionales antes de iniciar un plan de tratamiento. Para esto se utilizan una serie de herramientas de apoyo diagnóstico tales como radiografías, fotografías y modelos de estudio (40).

Las herramientas de apoyo diagnóstico tienen su fundamento en la biometría, es decir en realizar mediciones iniciales y compararlas con estándares establecidos para determinar si se encuentran en normalidad o están aumentados o disminuidos. A lo largo de la trayectoria de la ortodoncia como ciencia se han planteado diferentes medidas, algunas se han conservado por décadas, unas se han dejado de usar por su poca aplicabilidad y otras se han adaptado según las condiciones de la población y las necesidades de los ortodoncistas (41).

Actualmente se ha recurrido al uso de muchos conceptos de diagnóstico en ortodoncia en forma digital, lo que permite al especialista una mayor eficiencia, pero es indispensable conocer las bases de datos y los estándares con los que trabaja los distintos software que se ofrecen (20).

Dentro de los aspectos dentales se tienen en cuenta principalmente las longitudes meso distales; también se valoran los dientes en conjunto, el arco dental, la forma y el tamaño; las relaciones intermaxilares en reposo y dinámicamente. En cuanto a los aspectos faciales se miden alturas y anchos de cara y la proporción áurea, por citar algunos ejemplos (42).

Uno de los objetivos de la ortodoncia ha sido siempre lograr una forma de arco estable, funcional y estética. La consideración de la forma del arco dental es de primordial importancia debido a que esta forma debe examinarse antes de empezar el tratamiento porque da una información valiosa acerca de la posición en la que los dientes pueden moverse y si ellos conservarán estabilidad en la posición después del tratamiento (43).

Con el uso de los computadores y el avance tecnológico el enfoque del diseño personalizado de las formas de los arcos dentales ha ganado importancia, este enfoque puede dar la respuesta para obtener una ortodoncia ideal con precisión.

Historia

Desde el comienzo de la ortodoncia, muchos odontólogos han tratado de identificar “la forma de arco dental ideal” que fuera adecuada para la mayor parte de la población. Las formas investigadas se basaron en fórmulas matemáticas que incluían curvas diferenciables cúbicas, secciones cónicas y funciones polinomiales.

A continuación, la información presentada en la revisión del tema de la forma de arcos mandibulares y maxilares realizada por Vane & Saravana en el 2016 (44) es sintetizada en un cuadro:

Historia de la investigación en formas de los arcos dentales	Características
Begole (45)	Forma de los arcos determinada por un método matemático, en el que el arco es delineado formando una curva diferenciable definida en porciones mediante polinomios. Estas formas propuestas para diferentes personas fueron cuestionadas en su validez, su aceptación fue controversial.
Chuck (46)	Clasificó las formas básicas de los arcos como cónicas (47) (usadas para pacientes con arcos estrechos, especialmente en casos de recesiones gingivales en la zona de caninos y premolares) cuadradas (para pacientes con arcos amplios, mantiene la forma después de expansiones rápidas) y ovoídes (las más preferidas, con poca recidiva). Cuando las tres formas se super-imponen, varían principalmente en el ancho inter-canino y en el ancho inter- primeros premolares, dando un espacio de 6mm en esta área .
Forma de arco de Bonwill-Hawley (48)	Él usó tres puntos anatómicos en la mandíbula de referencia y construyó un triángulo. Usando geometría matemática aproximó la forma, el tamaño y la posición de cada diente fue aproximado. Este concepto fue modificado en 1905 por Hawley donde combinó el ancho de seis dientes anteriores que sirvieron como el radio de un círculo determinado por la combinación del ancho de los incisivos inferiores y caninos, con la alineación de premolares y molares alineados, con el segundo y el tercero dispuestos hacia el centro. De este círculo él construyó un triángulo equilátero, cuya base estaba representado por el ancho intercondilar. El radio del arco variaba según el tamaño de los dientes anteriores, de modo que las dimensiones del arco

	diferían en función del tamaño del diente, pero la forma del arco era constante para todos los individuos. Esta construcción es lo que se conoce hoy en día como la “Forma de arco de Bonwill-Hawley”.
Criticismo (46)	Chuck manifestó que las formas de arco de Bonwill-Hawley contrario a su propósito, no eran adecuadas para todos los pacientes y por lo tanto no podían ser usadas para la construcción de formas de arco individualizadas.
Método de las radiografías de Currier (49)	Currier usando radiografías de modelos delineó la morfología de los arcos dentales con la ayuda de un computador. El mostró que, comparativamente, que la forma elíptica tenía un mejor ajuste en los arcos maxilares y mandibulares que la forma en parábola.
Índice de Ponts (50)	El índice de Ponts fue establecido en 1909 para predecir el ancho del arco dental maxilar por medio de la suma de los diámetros meso-distales de los cuatro incisivos maxilares
Concepto de la curva catenaria	Este concepto introducido en 1977, fue influenciado por el concepto de la curva catenaria que es la forma helicoidal de la cadena cuando está suspendido por ganchos (51). Se utiliza un cantenómetro para la estimación del perímetro del arco inferior como lo demostró Musich (52). Según Schulhof, el largo y el ancho entre los soportes determinan la forma precisa de la curva. Cuando el ancho a través de los primeros molares se usa para establecer las juntas posteriores, una curva catenaria se ajusta bien a la forma del arco dental de premolares al segmento canino-incisivo.
Brader (53)	En 1972 Brader usó un modelo matemático para la forma de arco basado en una elipse trifocal $PR = C$, donde P es presión en gm/cm ² , R es radio de curvatura de la curva elíptica en el sitio de la presión en in mm, C es una constante matemática.
Función polinomial (54)	Ferrario reconstruyó los arcos maxilares y mandibulares con un polinomial de orden cuatro y una mezcla (en dientes anteriores) mas una interpolación parabólica (dientes pos-canino) de las cúspides vestibulares (incisivos centrales a segundo molar). Se registró que las curvas eran simples y podían ser usadas desde un punto de vista matemático de los arcos no de los pacientes
Formas de arco Beta (55)	Braun en 1998 dijo que las formas de los arcos humanos podían ser dibujados a por medio de una fórmula matemática compleja conocida como función Beta. Esto se hizo usando un programa para curvas matemáticas que fueron alimentados con las dimensiones de los arcos dentales. El modelo fue definido por la profundidad y ancho del arco anivel del segundo molar. Cuando se usa este modelo “Beta”, el ancho se aumenta en 1mm, entonces la profundidad también aumenta en 1,5mm, lo que resulta en una ecuación exacta de la forma del arco dental. Adicionalmente, será una ecuación generalizada excelente de la forma de los arcos maxilares y mandibulares para cada clasificación de la oclusión de Angle.
Curva “spline”cúbica (45)	Un nudo es un punto a través del cual la curva pasa para generar diferentes curvas. La curva spline cúbica consiste en segmentos polinómicos cúbicos separados que conectan una serie de nudos. Begole (45) descubrió que la curva spline cúbica se ajustaba a las formas del arco de arcos dentales bien alineados con un error mínimo y que la asimetría del arco no tenía ningún efecto sobre la precisión del ajuste. Cualquier fórmula matemática que sea precisa para predeterminar la forma del arco tendrá que tener en cuenta muchos

	matices y variaciones, y hasta la fecha ninguna de las fórmulas ofrecidas cumple con esto.
Mapeo Láser (56)	Este es concepto desarrollado por Syrinx Technologies, En Texas desde 1976 es colocar brackets en los dientes después de mapear con láser para establecer la forma del arco. Los datos en3D se transfieren a un computador para su almacenamiento y uso. Después de que el clínico decide la dirección en que deben ir los dientes, el alambre de arco diseñado individualmente puede ser fabricado Estos métodos de contorneado de alambre de arco a través de Tecnología CAD-CAM y uso de soportes personalizados para cada diente es la puerta de entrada para simplificar los procedimientos.

La medida del arco dental ha sido de gran importancia para los ortodoncistas. En cuanto al tamaño, los arcos dentales se han clasificado principalmente en pequeños, medianos y grandes. En cuanto a la morfología se reconocen diferentes tipos de arcos: ovoides, redondos, cuadrados y triangulares. La forma del arco dental está determinada por aspectos etno-genéticos, pero puede ser alterada por los movimientos mandibulares y por las fuerzas que actúan sobre el (57).

Existen diferentes métodos de análisis de los arcos dentales, estos métodos que han sido considerados generales y universales, toman como base el cálculo, las dimensiones y los procesos que consisten en métodos métricos y gráficos con varias y diversas curvas (19).

Otros métodos de medición están basados en la oclusión. Bonwil en 1989 desarrolló el primer diagrama usando Hawley, al que le llamó método Bonwil-Hawley, en el que reveló menos variación en la forma del arco ideal, por esta razón se puede usar este método como ayuda en la construcción del arco ideal (38).

La forma del arco dental se realiza sobre los dientes que asumen una única posición, a lo largo del componente curvo que representa un equilibrio en todos los puntos y es delimitado por las fuerzas de contra-balance de la lengua y los músculos circundantes. La curva geométrica de la forma del arco dental es la más aproximada para calcular el espacio que ocupan los dientes, los que finalmente, determinan la morfología del arco dental, son las fuerzas de los tejidos en reposo más no de los tejidos en función (58).

Algunos análisis de apoyo diagnóstico utilizan las mediciones individuales, otras buscan establecer relaciones entre diferentes medidas y plantear modelos predictivos (59).

Basados en los anteriores conceptos, el grupo de investigación en Salud Oral de la facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Manizales, en 2015 propuso la elaboración de una tabla en percentiles, en el trabajo desarrollado por Mejía-Sanin R y colaboradores en el 2016(60) similar a la propuesta por Sanin&Savara, en la que se clasificó los tamaños dentales en tres grupos, medidas mínimas (0 a 20 percentiles), moderadas (30 a 70 percentiles) y grandes (80 a 100 percentiles), teniendo en cuenta las proporciones de Bolton (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1 Distribución de percentiles del ancho meso-distal de cada diente y su correspondiente relación de Bolton total y anterior, para género femenino según Mejía,González,Sadeghian (60).

Diente	Percentiles										
	Pequeño			Promedio					Grande		
	Mínimo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Máximo
Maxilar											
Incisivo central	7,30	7,73	8,06	8,29	8,45	8,63	8,82	8,95	9,11	9,40	10,05
Incisivo lateral	5,46	6,17	6,33	6,52	6,64	6,74	6,90	7,19	7,37	7,70	8,41
Canino	6,90	7,35	7,46	7,55	7,69	7,77	7,82	7,93	8,03	8,24	9,13
Primer premolar	6,02	6,56	6,71	6,85	7,02	7,08	7,17	7,22	7,43	7,62	8,42
Segundo premolar	5,64	6,12	6,35	6,49	6,67	6,77	6,87	7,00	7,16	7,37	8,26
Primer molar	8,18	9,31	9,60	9,80	9,97	10,10	10,25	10,38	10,56	10,92	11,45
Mandibular											
Incisivo central	4,72	4,98	5,08	5,20	5,29	5,43	5,50	5,62	5,76	5,96	6,60
Incisivo lateral	5,14	5,45	5,58	5,66	5,80	5,96	6,06	6,24	6,36	6,55	6,98
Canino	5,71	6,22	6,34	6,45	6,58	6,73	6,80	6,90	7,01	7,23	8,03
Primer premolar	5,97	6,50	6,64	6,84	6,99	7,07	7,19	7,30	7,38	7,56	8,44
Segundo premolar	6,19	6,47	6,66	6,77	6,85	6,98	7,09	7,21	7,45	7,70	8,67
Primer molar	9,74	10,15	10,33	10,56	10,72	10,93	11,08	11,18	11,32	11,58	12,54
Bolton											
Bolton Total	94,86	91,97	91,30	91,19	90,93	91,53	91,42	91,32	91,20	90,91	92,00
Bolton Anterior	79,20	78,35	77,80	77,43	77,55	78,31	77,99	77,94	78,09	77,92	78,33

Tomado de Mejía, Gonzalez, Sadeghian, sCopyright registration, Interior Ministry of Colombia, 10-553-83, date: 04-01-2016, patent pending, 17 nov 2016.

Tabla 2 Distribución de percentiles del ancho meso-distal de cada diente y su correspondiente relación de Bolton total y anterior, para género Masculino

Diente	Percentiles										
	Pequeño			Promedio					Grande		
	Mínimo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Máximo
	Maxilar										
Incisivo central	7,74	8,25	8,49	8,57	8,88	9,00	9,16	9,22	9,50	9,68	10,66
Incisivo lateral	6,07	6,42	6,71	6,89	7,00	7,07	7,17	7,37	7,52	7,96	8,82
+Canino	6,98	7,51	7,91	8,07	8,20	8,31	8,46	8,55	8,66	8,89	9,55
Primer premolar	6,27	6,85	6,91	7,08	7,25	7,33	7,38	7,50	7,71	7,82	8,66
Segundo premolar	6,25	6,50	6,59	6,69	6,88	7,00	7,08	7,25	7,50	7,77	8,30
Primer molar	8,89	9,77	10,02	10,13	10,29	10,40	10,51	10,67	10,84	11,18	11,57
	Mandibular										
Incisivo central	4,90	5,09	5,20	5,32	5,50	5,65	5,72	5,84	5,99	6,31	7,40
Incisivo lateral	5,19	5,59	5,80	5,91	6,19	6,31	6,38	6,45	6,59	6,69	8,12
Canino	6,04	6,71	6,92	7,01	7,18	7,26	7,35	7,46	7,51	7,91	8,60
Primer premolar	6,57	6,83	6,96	7,05	7,22	7,30	7,51	7,62	7,80	8,09	8,67
Segundo premolar	6,26	6,68	6,99	7,14	7,19	7,27	7,40	7,54	7,68	7,91	8,79
Primer molar	10,35	10,51	10,84	11,00	11,18	11,33	11,41	11,53	11,77	12,08	12,34
	Bolton										
Bolton Total	93,15	91,40	91,59	91,55	91,67	91,87	91,98	91,83	91,51	91,90	93,68
Bolton Anterior	77,59	78,38	77,54	77,49	78,36	78,83	78,46	78,52	78,23	78,85	83,09

Tomado de Mejía, Gonzalez, Sadehian, sCopyright registration, Interior Ministry of Colombia, 10-553-83, date: 04-01-2016, patent pending, 17 nov 2016

La discrepancia dental podría afectar la forma del arco antes y después del tratamiento, debido a la reducción severa de espacio o por el contrario a un aumento considerable. Los métodos existentes para determinar la forma del arco, se basan en el análisis de diámetros dentales, o en los componentes de otros análisis. Ronay y colaboradores (7) identificaron los componentes del WALA como una de las herramientas más valiosas para el análisis de arcos, tomado como referencia la distancia inter-canina e inter-molar.

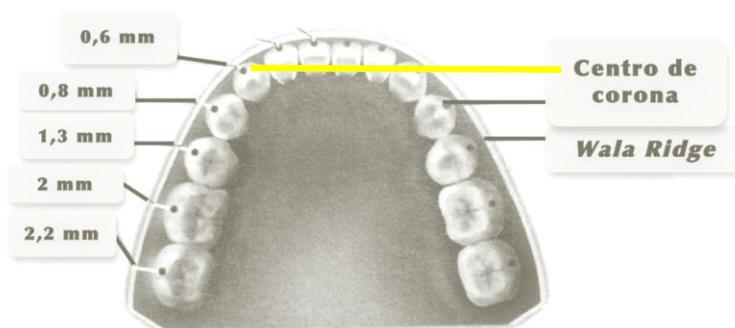
Estudios previos (61), (5) han demostrado que los pacientes que fueron manejados con arcos preformados mostraron mayores cambios al finalizar el tratamiento tomando en cuenta las longitudes inter-coronales y parámetros del análisis de WALA Ridge, en

comparación con pacientes en los que se preformaron los arcos según su anatomía de arcada.

El WALA Ridge o también conocido como análisis de WALA o simplemente WALA (denominado así por las iniciales de los autores Will Andrews and Laurence Andrews), es la línea que corresponde a la línea muco-gingival, es decir, la unión entre el hueso basal y el hueso alveolar. Esta referencia anatómica se ha tomado como una ayuda diagnóstica al inicio, durante y al finalizar el tratamiento. Es utilizada principalmente para cuantificar la expansión de las arcadas en sentido transversal después del tratamiento.

Éste análisis compara las longitudes entre un punto central en la corona de los dientes con la longitud entre las proyecciones de estos sobre la línea muco-gingival. A partir de estos datos se busca estimar la posición de los dientes posteriores en sentido transversal con relación al hueso basal. Se toman como referencia los valores reportados por Andrews (Figura 1).

Figura 1 Puntos de referencia y medidas ideales del análisis de WALA Ridge, según



Fuente. Tomado de Nappa 2009 (62)

Este método de ayuda diagnóstica brinda información útil acerca de la ubicación ideal de los dientes posteriores sin que vaya a sobrepasar aquellos límites de la estructura de soporte al momento de hacer un tratamiento que implique necesariamente realizar una expansión de los maxilares y con esto se pueden evitar la inestabilidad en el tratamiento o algún problema periodontal derivado.

El principio básico del “deber ser” de la forma de los arcos en ortodoncia es que dentro de lo razonable, el arco original del paciente debe ser preservado. No hay una forma de arco universal generalizada ya que cada forma de arco dental es una expresión única del desarrollo del individuo. Por lo tanto, un estudio sobre la manera de determinar las formas de los arco es importante para el diagnóstico y planificación del tratamiento.

La teoría revisada indica que no hay una forma de arco universal generalizada y que probablemente ningún diseño universal podrá dar cuenta por las muchas variaciones pequeñas pero significativas en el arco forma de individuos.

8 OBJETIVOS

8.1 GENERAL

Desarrollar una serie de plantillas para determinar las formas de arco teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA Ridge.

8.2 ESPECÍFICOS:

- Clasificar el tamaño del percentil de la forma de arco del segmento anterior de acuerdo a la tabla de Mejía, González, Sadeghian(60).
- Desarrollar la forma de arco anterior de acuerdo a la curva de Bonwill y el ancho posterior del arco de acuerdo al WALA Ridge.
- Diseñar una serie de plantillas de formas de arco dental superiores e inferiores, por cada tamaño percentil, para el sexo masculino y femenino teniendo en cuenta las medidas anteriores.

9 METODOLOGÍA

Clase de estudio: Observacional descriptivo

Población: Modelos de estudio de sujetos con edades entre 18 y 26 años procedentes de los archivos de clínicas privadas del eje cafetero y de la Universidad Autónoma de Manizales.

Consideraciones éticas: Se respetó la privacidad del paciente, al no registrar la identificación en la base de datos. Se solicitó por escrito autorización a las clínicas privadas del eje cafetero y a la Universidad Autónoma de Manizales, a través del Comité de Bioética. La base de datos fue guardada en custodia en el computador del grupo de investigación INSAO, protegido con clave de acceso.

Muestra:

Tamaño de muestra y muestreo

Se determinó el tamaño de muestra mediante la fórmula para el cálculo de tamaño de muestra para estudios observacionales de corte transversal con población infinita descrita a continuación:

$$n = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2 * p(1-p)}{D^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5(1-0.5)}{0.05^2}$$

$$n = 384.16 \approx \mathbf{385}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Es el valor de Z asociado a un nivel de confianza de $100(1-\alpha)$, donde $\alpha = 0.05$.

p = probabilidad de que ocurra el evento.

D = Nivel de precisión deseada o error admitido.

Por lo tanto se necesitaron 385 modelos para describir si el tamaño de los dientes y el WALA para que pudiera predecir la forma del arco con un 95% de confianza y un error estimado del 5%.

El muestreo se realizó mediante métodos probabilísticos desarrollados en el software Excel mediante la función “aleatorio” a partir de una población compuesta de 1000 modelos existentes en las clínicas privadas del eje cafetero y de la UAM.

Criterios de Inclusión:

- Modelos de estudio de sujetos hombres y mujeres entre 18 y 25 años, sin tratamiento de ortodoncia previo, con dientes de primer molar al primer molar superior e inferior, sin restauraciones, ni desgaste interproximal, ni anomalías de tamaño, número o forma.
- Modelos de estudio de sujetos que no presentaran discrepancia de Bolton

Criterios de Exclusión

Modelos de sujetos que hubiesen tenido tratamiento de ortodoncia previo o hubiesen sido modificados por parte del laboratorio.

Procedimiento:

Se solicitó el préstamo de modelos de estudio en las clínicas privadas del eje cafetero compuesta por (1000) modelos, con los criterios de inclusión ya mencionados. Luego, una vez seleccionados los modelos, se determinó el valor promedio del ancho mesio-distal de cada diente a través de una distribución de percentiles, considerando tres niveles de tamaño: pequeño, promedio, grande.

Los pacientes fueron distribuidos en nueve grupos determinados por el tamaño de los dientes de acuerdo a la clasificación descrita por Mejía, Gonzalez, Sadeghian (60) (Tablas 1 y 2). Una vez clasificados, a cada grupo se le diseñó una plantilla con la forma del arco manualmente, la cual, fue digitalizada y exportada para su configuración final utilizando un software de diseño y modelado 3D (AutoCAD, Autodesk).

Análisis estadístico:

Las variables obtenidas mediante la herramienta estructurada fueron tabuladas en un editor de bases de datos (Microsoft Excel) y fueron analizadas mediante estadística descriptiva, utilizando el software Etata 14, en las que se incluyeron tablas de frecuencia, gráficos y tabulación cruzada. Adicionalmente, se compararon las medias de las variables cuantitativas mediante pruebas de comparación para dos medias de *t-student* o *U-mann-Withney* según la naturaleza de la distribución de los datos, la que fue evaluada mediante pruebas de normalidad de *Shapiro-Wilk*. Se estableció para todos los análisis efectuados una significancia estadística (α) del 95%.

10 RESULTADOS

En total fueron incluidos 385 modelos de estudio, de ellos el 53.25% correspondían a hombres entre los 16 y 28 años, con un promedio de edad de 20.63 años (IC95% = 20.23 – 21.03 años), mientras que el restante 46.75% perteneció a mujeres entre los 17 y 26 años, las cuales presentaron un promedio de edad de 20.33 años (IC95% = 19.91-20.75 años).

No se encontraron diferencias estadísticas entre las edades promedio encontradas y el género de los modelos de pacientes evaluados ($P = 0.25$) (Tabla 3).

Tabla 3 Medidas de tendencia central y de dispersión de la edad clasificada según el género.

Edad (años)	n (%)	Media	E.E.	D.S.	IC95%		Min	Max
					lim inf.	lim sup.		
Hombres	205 (55.39)	20.63	0.203	2.91	20.23	21.03	16	28
Mujeres	180 (46.61)	20.33	0.214	2.86	19.91	20.75	17	26

n: número de observaciones; E.E.: Error estándar; D.S. Desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza 95%; Lim inf: limite inferior; Lim sup: Limite superior; Min: mínimo; Max: máximo.

Clasificación de la forma de arco del segmento anterior

Tamaño dental

Con respecto al tamaño de los dientes anteriores superiores se encontró que el tamaño promedio era mayor en hombres con respecto a las mujeres ($P < 0.01$) (Tabla 4), así, los incisivos centrales en hombres presentaron valores superiores a 8.57mm mientras que en las mujeres este valor no superó los 8.26mm de ancho, por mencionar alguno de los casos (Tabla 4).

Los resultados individuales mencionados corresponden con las diferencias halladas para el ancho total, el cual fue de 46.34mm (E.E. = 0.229mm) en hombres frente a 44.71mm (E.E. = 0.194mm) en las mujeres, con una diferencia promedio con respecto al tamaño de los dientes anteriores superiores totales de los hombres de 2.17mm ($P > 0.01$).

Por lo anterior, el diseño de las plantillas de forma de arcos debe ser de diferente tamaño según el género, pues es posible que aquellas diseñadas para el género masculino no se adapten en la boca femenina y viceversa.

Tabla 4 Tamaño de los dientes anteriores superiores (mm) y ancho total (D13-D23) (mm) según el género

Diente	N	Hombres			Mujeres			p-valor	
		Media	E.E.	D.S.	N	Media	E.E.		D.S.
D13	205	7.953	0.040	0.576	180	7.529	0.038	0.513	<0.001
D12	205	6.784	0.047	0.670	180	6.606	0.044	0.585	0.003
D11	205	8.579	0.044	0.632	180	8.258	0.038	0.507	<0.001
D21	205	8.583	0.043	0.621	180	8.271	0.038	0.510	<0.001
D22	205	6.741	0.046	0.659	180	6.587	0.046	0.614	0.0094
D23	205	7.911	0.041	0.583	180	7.502	0.036	0.484	<0.001
Ancho total	205	46.342	0.229	3.283	180	44.717	0.194	2.594	<0.001

n: número de observaciones; E.E.: error estándar; D.S.: desviación estándar

Según lo anterior, se calcularon los tamaños correspondientes a los percentiles 10 a 90 y se clasificaron según lo descrito en la sección de materiales y métodos como pequeño, mediano y grande. Adicional a ello, se establecieron los límites inferiores y superiores para cada percentil, con los cuales se crearon 10 categorías incluidas dentro de la clasificación mencionada. Los valores correspondientes a cada percentil para los dientes anteriores superiores y el ancho total se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5 Clasificación de acuerdo con la metodología empleada por Mejía, Gonzalez & Sadehian (2016).

Clasificación	Categoría	Percentil
Pequeña	1	1-10%
	2	10-20%
	3	20-30%
	4	30-40%
Mediana	5	40-50%
	6	50-60%
	7	60-70%
	8	70-80%
grande	9	80-90%
	10	90-100%

Tabla 6 Valores mínimos y máximos, y percentiles para los dientes anteriores superiores clasificados según el género

Diente	Pequeño			Mediano					grande		
	min	10	20	30	40	50	60	70	80	90	max
Masculino											
Central*	6.22	7.74	8.10	8.26	8.45	8.60	8.79	8.95	9.11	9.32	9.94
Lateral†	4.86	5.88	6.22	6.50	6.62	6.79	6.94	7.12	7.30	7.59	8.26
Canino§	6.23	7.25	7.55	7.65	7.81	7.93	8.00	8.21	8.40	8.66	9.27
Ancho total D13-D23	35.03	41.76	43.76	44.65	45.55	46.44	47.34	48.39	49.11	50.17	53.92
Femenino											
Central*	6.96	7.65	7.83	8.00	8.15	8.27	8.40	8.55	8.70	8.93	9.40
Lateral†	5.24	5.85	6.10	6.27	6.53	6.62	6.74	6.90	7.10	7.31	8.02
Canino§	6.35	6.83	7.15	7.31	7.44	7.53	7.63	7.78	7.91	8.12	8.76
Ancho total D13-D23	37.08	41.34	42.69	43.55	44.28	44.87	45.24	45.79	47.08	48.26	50.09

* Central: corresponde al promedio de D11 y D21 † Lateral: corresponde al promedio de D12 y D22 § Canino: corresponde al promedio de D13 y D23

Finalmente se calcularon los valores promedios del ancho total para cada categoría con los cuales se realizó una comparación de medias entre hombres y mujeres (Tabla 6), en la que se encontró que existían diferencias estadísticamente significativas (Tabla 7) entre los

valores de todas las categorías establecidas para ambos géneros ($P < 0.05$) excepto para el tamaño pequeño (percentil 1-10%), lo que conducía a la reafirmación en el planteamiento de desarrollar varias plantillas de acuerdo al género de los pacientes.

Tabla 7 Diferencias estadísticas entre los valores de todas las categorías establecidas para ambos géneros

Categoría	Percentil	Género	n	Media	E.E.	D.S.	IC95%		P-valor
							Linf	Lsup	
Pequeña	1-10%	Masculino	20	40.22	0.40	1.80	39.38	41.06	0.2077
		Femenino	17	39.80	0.29	1.22	39.17	40.42	
	10-20%	Masculino	20	42.85	0.14	0.65	42.55	43.16	< 0.0001
		Femenino	18	42.06	0.09	0.37	41.88	42.25	
20-30%	Masculino	21	44.23	0.06	0.26	44.12	44.35	< 0.0001	
	Femenino	18	43.10	0.06	0.24	42.98	43.22		
Mediana	30-40%	Masculino	21	45.08	0.06	0.27	44.96	45.21	< 0.0001
		Femenino	18	43.80	0.05	0.22	43.70	43.91	
	40-50%	Masculino	20	46.00	0.05	0.23	45.90	46.11	< 0.0001
		Femenino	19	44.50	0.04	0.18	44.41	44.59	
	50-60%	Masculino	21	46.87	0.06	0.28	46.74	46.99	< 0.0001
		Femenino	18	45.07	0.02	0.09	45.02	45.11	
	60-70%	Masculino	21	47.97	0.07	0.32	47.82	48.11	< 0.0001
		Femenino	18	45.50	0.04	0.15	45.43	45.57	
Grande	70-80%	Masculino	20	48.73	0.04	0.19	48.64	48.82	< 0.0001
		Femenino	18	46.37	0.10	0.43	46.16	46.59	
	80-90%	Masculino	20	49.71	0.08	0.34	49.54	49.87	< 0.0001
		Femenino	18	47.63	0.09	0.38	47.44	47.82	
90-100%	Masculino	21	51.56	0.24	1.10	51.06	52.06	< 0.0001	
	Femenino	18	49.06	0.15	0.63	48.75	49.38		

n: número de observaciones; E.E.: Error estándar; D.S. Desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza 95%; Lim inf: limite inferior; Lim sup: Limite superior; Min: mínimo; Max: máximo.

Desarrollo de la curva anterior

1. WALA

El WALA fue otro de los aspectos en que se encontraron diferencias significativas entre los dos géneros ($P < 0.001$). Así, para los 205 modelos de pacientes del género masculino fue

de 58.72mm (E.E. = 0.19mm), mientras que un valor de 56.56mm (E.E. = 0.19mm) fue encontrado para los 180 modelos de pacientes del género femenino.

De igual forma que en la clasificación de la forma de arco del segmento anterior se tomaron las categorías definidas en la Tabla 4 y se determinó que existían diferencias en el 90% de ellas con respecto a hombres y mujeres (Tabla 8). En la Tabla 8 se indican los valores promedio de cada categoría de acuerdo al tamaño del WALA.

Tabla 8 Clasificación de la forma de arco del segmento anterior según las categorías definidas en la Tabla 3 para el sexo femenino y masculino

Categoría	Percentil	Género	N	promedio	E.E.	D.S.	IC 95%		p valor
							Inf	Sup	
Pequeña	0-10%	Masculino	20	58.39	0.71	3.18	56.90	59.88	0.0002
		Femenino	17	54.93	0.43	1.79	54.01	55.85	
	10-20%	Masculino	20	58.38	0.51	2.26	57.32	59.43	0.035
		Femenino	18	56.80	0.69	2.94	55.34	58.26	
	20-30%	Masculino	21	57.85	0.62	2.85	56.55	59.15	0.0014
		Femenino	18	55.21	0.52	2.19	54.12	56.30	
Mediana	30-40%	Masculino	21	58.02	0.77	3.51	56.42	59.61	0.058
		Femenino	18	56.46	0.54	2.30	55.32	57.61	
	40-50%	Masculino	20	58.62	0.45	2.01	57.68	59.56	0.024
		Femenino	18	57.08	0.61	2.57	55.80	58.35	
	50-60%	Masculino	21	58.40	0.62	2.85	57.11	59.70	0.041
		Femenino	18	56.61	0.80	3.40	54.92	58.30	
60-70%	Masculino	21	58.90	0.70	3.22	57.44	60.37	0.0489	
	Femenino	18	57.21	0.70	2.96	55.74	58.68		
Grande	70-80%	Masculino	20	59.16	0.43	1.92	58.26	60.06	0.0003
		Femenino	18	56.72	0.47	2.01	55.72	57.72	
	80-90%	Masculino	20	59.48	0.57	2.53	58.29	60.66	0.0029
		Femenino	18	57.03	0.62	2.61	55.73	58.33	
	90-100%	Masculino	21	60.02	0.62	2.85	58.72	61.32	0.0012
		Femenino	18	57.41	0.48	2.03	56.40	58.42	

Selección de las medidas para plantillas de arco:

Finalmente, para la selección de las medidas para las plantillas de arco fueron seleccionados los valores promedio de cada categoría para hombres y mujeres, y con base en ellos fueron elaboradas las plantillas (Tabla 9).

Tabla 9 .Valores promedio de cada categoría para hombres y mujeres

Clasificación	Categoría	Percentil	Genero	N	WALA Promedio	Ancho Total Promedio
Pequeña	1	0-10%	Masculino	20	58.39	40.22
			Femenino	17	54.93	39.80
	2	10-20%	Masculino	20	58.38	42.85
			Femenino	18	56.80	42.06
	3	20-30%	Masculino	21	57.85	44.23
			Femenino	18	55.21	43.10
Mediana	4	30-40%	Masculino	21	58.02	45.08
			Femenino	18	56.46	43.80
	5	40-50%	Masculino	20	58.62	46.00
			Femenino	18	57.08	44.50
	6	50-60%	Masculino	21	58.40	46.87
			Femenino	19	56.61	45.07
7	60-70%	Masculino	21	58.90	47.97	
		Femenino	18	57.21	45.50	
Grande	8	70-80%	Masculino	20	59.16	48.73
			Femenino	18	56.72	46.37
	9	80-90%	Masculino	20	59.48	49.71
			Femenino	18	57.03	47.63
10	90-100%	Masculino	21	60.02	51.56	
		Femenino	18	57.41	49.06	

Serie de plantillas elaboradas

Una vez clasificados, a cada grupo se le diseñó un set de plantillas(tamaños pequeño, mediano y grande por sexo) con la forma del arco elaborado primero manualmente y luego en forma digitalizada con el fin de ser exportadas para su configuración final utilizando un software de diseño y modelado 3D (AutoCAD, Autodesk).

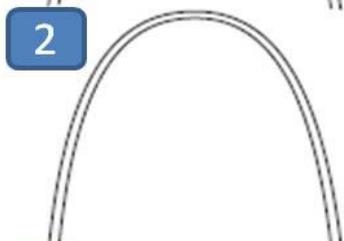
A continuación se presentan las características de éstas plantillas:

Género masculino

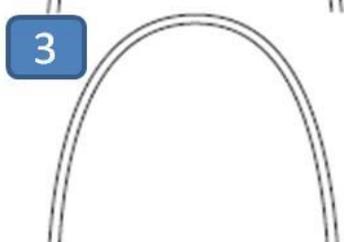
Tamaño : pequeño y mediano



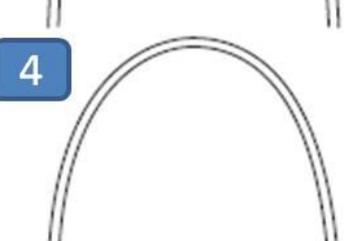
Clasificación Pequeño. Categoría 1 Percentil 0 - 10%
MASCULINO
Ancho total promedio $40.22 / 2 = 20.1$ mm
WALA : $58.3 / 2 = 29.1$ mm



Clasificación Pequeño. Categoría 2 Percentil 10 - 20%
MASCULINO
Ancho total promedio $42.80 / 2 = 21.4$ mm
WALA : $58.3 / 2 = 29.2$ mm



Clasificación Pequeño. Categoría 3 Percentil 20 - 30%
MASCULINO
Ancho total promedio $44.2 / 2 = 22.1$ mm
WALA : $57.8 / 2 = 28.9$ mm



Clasificación Mediano. Categoría 4 Percentil 30 - 40%
MASCULINO
Ancho total promedio $45.00 / 2 = 22.5$ mm
WALA : $58.0 / 2 = 29.0$ mm



Clasificación Mediano. Categoría 5 Percentil 40 - 50%
MASCULINO
Ancho total promedio $46.0 / 2 = 23.0$ mm
WALA : $58.6 / 2 = 29.3$ mm

Género masculino
Tamaño : mediano (continuación) y grande

6		<p>Clasificación Mediano. Categoría 6 Percentil 50 - 60% MASCULINO Ancho total promedio $46.80 / 2 = 23.4$ mm WALA : $58.4 / 2 = 29.2$ mm</p>
7		<p>Clasificación Mediano. Categoría 7 Percentil 60 - 70% MASCULINO Ancho total promedio $47.90 / 2 = 23.9$ mm WALA : $59.9 / 2 = 29.9$ mm</p>
8		<p>Clasificación Grande. Categoría 8 Percentil 70 - 80% MASCULINO Ancho total promedio $48.70 / 2 = 24.3$ mm WALA : $59.1 / 2 = 29.5$ mm</p>
9		<p>Clasificación Grande. Categoría 9 Percentil 80 - 90% MASCULINO Ancho total promedio $49.70 / 2 = 24.8$ mm WALA : $59.4 / 2 = 29.7$ mm</p>
10		<p>Clasificación Grande. Categoría 10 Percentil 90 - 100% MASCULINO Ancho total promedio $51.5 / 2 = 25.7$ mm WALA : $60.0 / 2 = 30.0$ mm</p>

Género Femenino

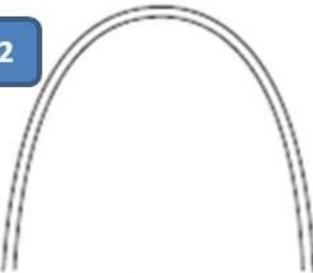
Tamaño : pequeño y mediano

11



Clasificación Pequeño. Categoría 1 Percentil 0 - 10%
FEMENINO
Ancho total promedio $39.80 / 2 = 19.9$ mm
WALA : $54.9 / 2 = 27.4$ mm

12



Clasificación Pequeño. Categoría 2 Percentil 10 - 20%
FEMENINO
Ancho total promedio $42.00 = 21.00$ mm
WALA : $56.8 / 2 = 28.4$ mm

13



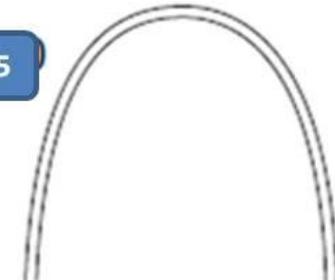
Clasificación Pequeño. Categoría 3 Percentil 20 - 30%
FEMENINO
Ancho total promedio $43.1 / 2 = 21.5$ mm
WALA : $55.2 / 2 = 27.6$ mm

14



Clasificación Mediano. Categoría 4 Percentil 30 - 40%
FEMENINO
Ancho total promedio $43.80 = 21.90$ mm
WALA : $56.4 / 2 = 28.2$ mm

15

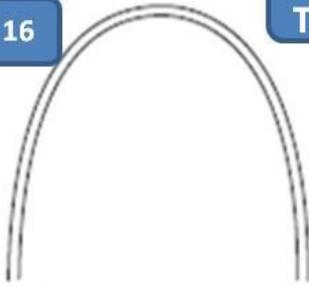


Clasificación Mediano. Categoría 5 Percentil 40 - 50%
FEMENINO
Ancho total promedio $44.5 / 2 = 22.2$ mm
WALA : $57.0 / 2 = 28.5$ mm

Género Femenino

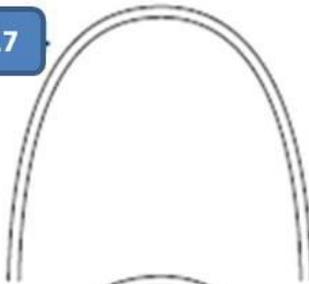
Tamaño : mediano (continuación) y grande

16



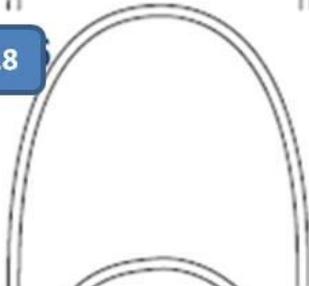
Clasificación Mediano. Categoría 6 Percentil 50 - 60%
FEMENINO
Ancho total promedio $45.00 / 2 = 22.50$ mm
WALA : $56.6 / 2 = 28.3$ mm

17



Clasificación Mediano. Categoría 7 Percentil 60 - 70%
FEMENINO
Ancho total promedio $45.5 / 2 = 22.7$ mm
WALA : $57.2 / 2 = 28.6$ mm

18



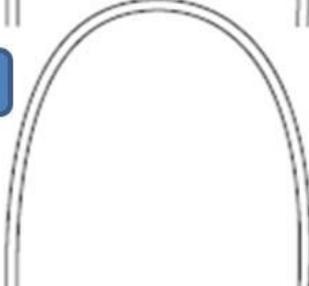
Clasificación Grande. Categoría 8 Percentil 70 - 80%
FEMENINO
Ancho total promedio $46.30 / 2 = 23.10$ mm
WALA : $56.7 / 2 = 28.3$ mm

19



Clasificación Grande. Categoría 9 Percentil 80 - 90%
FEMENINO
Ancho total promedio $47.6 / 2 = 23.8$ mm
WALA : $57.0 / 2 = 28.5$ mm

20



Clasificación Grande. Categoría 10 Percentil 90 - 100%
FEMENINO
Ancho total promedio $49.00 / 2 = 24.50$ mm
WALA : $57.4 / 2 = 28.7$ mm

11 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Recientemente, la tendencia en la práctica ortodóntica ha sido dirigirse hacia un examen dental más individualizado (58). De acuerdo con esto los ortodoncistas deben considerar que en sus pacientes existen grandes variaciones individuales que son normales desde el punto de vista biológico. En este estudio se consideró una muestra probabilística de modelos con oclusión normal. Estos datos incluyeron la medida de WALA Ridge y las dimensiones de los dientes maxilares anteriores superiores.

La medida del ancho meso distal de los dientes anteriores de 13 a 23 y el WALA Ridge permitieron elaborar un juego de plantillas de arco ideal individual a los sujetos. El concepto WALA Ridge ha sido aceptado para determinar la forma y el tamaño del arco dental mandibular por trabajos investigativos como el de Capeloza & Capeloza en el 2004 (63), Ronai y colaboradores en el 2008 (7), Conti y colaboradores en el 2011 (6), Gupta y colaboradores en el 2010 (17) y recientemente Esteves y colaboradores en el 2019 (64). Según estos investigadores el Wala Ridge es confiable porque utiliza una estructura anatómica estable, la Cresta WALA, definida como la banda de tejido blando queratinizado directamente adyacente a la línea mucogingival y que representa el ápice del diente que determina el contorno ideal e individualizado del arco mandibular. La estabilidad de esta medida y la toma de las dimensiones de los dientes anteriores superiores permitieron un diseño de plantillas con fundamento matemático.

En el presente estudio se determinó el valor promedio del ancho mesio-distal de cada diente y se calculó su distribución porcentual. Esta distribución diferenció tres niveles de tamaño de diente: pequeño, promedio y grande. Para cada nivel, se calculó la relación global de Bolton y la relación anterior de Bolton. Los resultados para los tamaños de los dientes fueron calculados según la tabla del análisis simultáneo del tamaño del diente y las relaciones de Bolton realizado por Mejía, González, Shadeguián (60), obteniéndose valores similares.

En esta investigación se discriminaron los resultados por sexo. La literatura científica ha sugerido en sus reportes que los hombres y las mujeres deben ser estudiados

separadamente, observándose en la dimensiones estudiadas de las arcada dentales y de los dientes diferencias con significancia estadística, con valores menores en las mujeres que en los hombres. Esto se hace evidente en los trabajos de Ling y col en el 2001 (65) y Santoro y col en el 2000 (66) con una sola excepción de Baum y Cohen (67), quienes al intentar evaluar la ocurrencia de dimorfismo, encontraron similitudes entre sujetos de ambos sexos.

Las dimensiones biométricas buco-linguales y ocluso-incisales de los dientes humanos son diferentes entre los géneros en términos de la media, coeficientes máximos y mínimos, desviaciones estándar y coeficientes de variación de cada diente en su respectiva dimensión como lo demostró la investigación de Cabrera y colaboradores publicada en el 2011 (68), que coincide con lo encontrado en la presente investigación. Según estos autores se ha demostrado que las dimensiones meso-distales, bucolinguales y ocluso-incisales son simétricas en ambos sexos, lo que se convierte en una herramienta para garantizar exactitud en el diseño de las plantillas que propone la presente investigación.

El presente trabajo se ha centrado no sólo en las dimensiones sino en la formas en sí. Se ha tratado de clasificar la forma usando un método de cálculos estadísticos con la menor variación posible para medidas lineales como el tamaño del diente, el ancho inter-canino o el ancho inter-molar. Haciendo esto se podría tener la limitación de que la clasificación pudiera depender sobre todo del tamaño del diente. Usando el ancho inter-canino (o inter-molar) como una de las variables, significaría que la posición de los caninos(o molares) en el arco dental también sería decisiva. Adicionalmente la posición del diente en el arco está influida por la localización dental mesialmente: por ejemplo los tamaños de los dientes. El desarrollo logrado de esta nueva medida o distancia parecería solucionar esta dificultad y permitiría de esta manera distinguir objetivamente la forma y la superficie en sí mismas.

Se debe considerar además que la forma del arco muestra la silueta externa del arco dental (69). Varios estudios (70), (71), incluyendo el presente, sugieren que el ancho mesio-distal de la corona influye en la longitud del arco, por lo que fue necesario considerar que este ancho daba una información importante al seleccionar los arcos preformados.

Es este estudio la distancia bilateral entre premolares y la curva de arco dental anterior influyeron en el ancho del arco. La morfología del arco anterior del maxilar mostró dependencia de la distancia entre los incisivos centrales. Esto coincide con lo hallado por Ueno y colaboradores (72) en el 2019. Estas características deberían ser consideradas no solamente en el tratamiento ortodóntico sino también en el diseño protésico y de implantes dentales. Se requieren aún investigaciones que incluyan el impacto de la inclinación del eje axial en esta morfología de los arcos.

Por más de cien años la morfología del arco dental ha sido estudiada con la esperanza de puntualizar orientaciones adecuadas para definir la posición del diente, la estética la función y la estabilidad del tratamiento a largo plazo (73). Según Nojima y colaboradores (74) las dimensiones del arco dental pueden estar relacionadas étnicamente, pero las formas del arco no lo están con un grupo étnico específico o con la clase dental de Angle. Según los hallazgos del presente trabajo, parece razonable usar diferentes formas y tamaños de arcos preformados, de acuerdo con la forma original del arco del sujeto.

La forma del arco dental ha sido descrita por los autores de muchas maneras diferentes y con diferentes configuraciones (63), (61), Triviño, 2005 #64.} Frente a tantas controversias, se debe aceptar un aspecto común y es que la preservación del equilibrio entre las estructuras musculares, óseas y de los dientes determina el éxito del tratamiento de ortodoncia, es decir, determina la estabilidad de los resultados. Por lo tanto, la forma inicial del arco dental debe mantenerse necesariamente hasta el final del tratamiento. Los resultados de esta investigación son una ayuda para lograr estos objetivos.

12 CONCLUSIONES

- Se diseñó un juego de veinte (20) formas de arco, diez (10) para cada sexo, que permitieron individualizaciones teniendo en cuenta el tamaño de los dientes anteriores superiores y el WALA, determinando así estas formas de arco a partir de medidas dentales.
- Se encontraron diferencias con significancia estadística en cuanto al tamaño dental y el WALA Ridge entre ambos sexos.

13 RECOMENDACIONES

Los resultados de este estudio sugieren que no se deben considerar las mismas formas de arco de ortodoncia para sujetos masculinos y femeninos, ya que se daría una mayor expansión en las mujeres, lo que aumentaría la posibilidad de inestabilidad posterior al tratamiento. Es por esto que el diseño de las plantillas desarrolladas en la presente investigación se realizó según el sexo.

En el método de análisis presentado, los puntos se colocaron en las referencias seleccionadas, en modelos sin alteraciones oclusales. Para futuros estudios, podría ser útil identificar el papel del apiñamiento dental relacionado con la forma del arco. También sería interesante analizar el comportamiento independiente de las diferentes variables que influyen en la forma del arco entre los sexos, teniendo en cuenta la maloclusión, los patrones faciales verticales, la agrupación del rango de edad y el apiñamiento dental.

14 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lombardo L, Setti S, Molinari C, Siciliani G. Intra-arch widths: a meta-analysis. *Int Orthod*. *Int Orthod* 2013;11(2):177-192.
2. Ash M. Occlusion: reflections on science and clinical reality. *J Prosthet Dent* 2003;90(4):373-384.
3. Bailey E, Nelson G, Miller A, Andrews L, Johnson E. Predicting tooth-size discrepancy: A new formula utilizing revised landmarks and 3-dimensional laser scanning technology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143(4):574-585.
4. Memarpour M, Oshagh M, Hematiyan M. Determination of the dental arch form in the primary dentition using a polynomial equation model. *J Dent Child (Chic)* 2012;79(3):136-142.
5. Seroglou H, Reinhardt R, Zentner A, Schmidt J. A dental arch index related to tooth size and facial breadth. *Fortschr Kieferorthop* 1994;55(3):119-125.
6. Conti M, Vedovello M, Scudeler S, Valdrighi H, Kuramae M. Longitudinal evaluation of dental arches individualized by the WALA ridge method. *Dental Press J Orthod* 2011;16(2):65-74.
7. Ronay V, Miner R, Will L, Arai K. Mandibular arch form: the relationship between dental and basal anatomy. *Dentofacial Orthop* 2008;134(3):430-438.
8. Ball R, Miner R, Will L, Arai K. Comparison of dental and apical base arch forms in Class II Division 1 and Class I malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138(1):41-50.
9. Zou W, Jiang J, Xu T, Wu J. Relationship between mandibular dental and basal bone arch forms for severe skeletal Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147(1):37-44.
10. Triviño T, Siqueira D, Scanavini M. A new concept of mandibular dental arch forms with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2008;133(1):15-22.

11. Lombardo L, Setti S, Molinari C, Siciliani G. Intra-arch widths: a meta-analysis. *Int Orthod* 2013;11(2):177-192.
12. Little R, Wallen T, Riedel R. Stability and relapse of mandibular anterior alignment-first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *Am J Orthod* 1981;80:349-365.
13. Shapiro P. Mandibular dental arch form and dimension. *Am J Orthod* 1974;66:58-70.
14. Vanarsdall RJ. Transverse dimension and long-term stability. *emin Orthod* 1999;5:171-80.
15. Vanarsdall R, White RJ. Three-dimensional analysis for skeletal problems. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1994;9:159-161.
16. Ball R, Miner R, Will L, Arai K. Comparison of dental and apical base arch forms in Class II Division I and Class I malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;38:41-50.
17. Gupta D, Miner R, Arai K, Will L. Comparison of the mandibular dental and basal arch forms in adults and children with Class I and Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138.
18. Andrews L, Andrews W. The six elements of orofacial harmony. *Andrews J* 2000;1:13-22.
19. Bayome M, Park J, Han S, Baek S, Sameshima G. Evaluation of dental and basal arch forms using cone-beam CT and 3D virtual models of normalocclusion. *Aust Orthod J* 2013;29(1):43-51.
20. Paredes V, Gandia J, Cibrian R. Determination of Bolton tooth-size ratios by digitization, and comparison with the traditional method. *Eur J Orthod* 2006;28(2):120-125.
21. Othman S, Harradine N. Tooth-size discrepancy and Bolton's ratios: a literature review. *J Orthod* 2006;33(1):45-51.

22. Subbarao V, Regalla R, Sant iV, Anita G, Kattimani V. Interarch tooth size relationship of Indian population: does Bolton's analysis apply? *J Contemp Dent Pract*. 2014;15(1):103-107.
23. Gómez-Díaz O, Cárdenas-Bocanegra G, Gagliano-Canessa L, Barón-Estrada OI. Síndrome de mandíbula pequeña: en búsqueda de una herramienta diagnóstica. *Cir. plást. iberolatinoam*. 2015;41(3):259-269.
24. Slaj M, Spalj S, Jelusic D, Slaj M. Discriminant factor analysis of dental arch dimensions with 3-dimensional virtual models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(5):680-687.
25. Kairalla S, Scuzzo G, Trivino T, Velasco L, Lombardo L, Paranhos L. Determining shapes and dimensions of dental arches for the use of straight-wire arches in lingual technique. *Dental Press J Orthod* 2014;19(5):116-122.
26. Oda S, Arai K, Nakahara R. Commercially available archwire forms compared with normal dental arch forms in a Japanese population. *Am J Orthod DentofacialOrthop* 2010;137(4):520-527.
27. Brash J. The etiology of irregularity and malocclusion of the teeth. London: Dental Board of the United Kingdom; 1956.
28. Proffit W, Fields H. Contemporary orthodontics. *Mosby Yearbook* 2000;3:240-293.
29. Hawley C. Determination of the normal arch and its applicationto orthodontia. *Dent Cosmos* 1995;47:541-552.
30. Brader A. Dental arch form related with intraoral forces: PR 5 C. *Am J Orthod* 1972;61:541-561.
31. Mutinelli S, Manfredi M, Cozzani M. A mathematic-geometric model to calculate variation in mandibular arch form. *Eur J Orthod* 2000;22:113-125.
32. Battagel J. Individualized catenary curves: their relationship to arch form and perimeter. *Br J Orthod* 1996;23:21-28.

33. Henrikson J, Persson M, Thilander B. Long-term stability of dental arch form in normal occlusion from 13 to 31 years of age. *J Orthod* 2001;23:51-61.
34. Hechter F. Symmetry and dental arch form of orthodontically treated patients. *Dent J* 1978;44:173-184.
35. Kook Y, Nojima K, Moon H, McLaughlin R, Sinclair P. Comparison of arch forms between Korean and North American white populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:680-686.
36. Taner T, Ciger S, Germec D, . Evaluation of dental arch width and form changes after orthodontic treatment and retention with a new computerized method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:464-475.
37. Camporesi M, Franchi L, Baccetti T, AT. A. Thin-plate spline analysis of arch form in a southern European population with an ideal natural occlusion. *Eur J Orthod* 2006;28:135-140.
38. Felton J, Sinclair P, Jones D, Alexander R. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:478-483.
39. Wakabayashi K, Sohmura T, Takahashi J, Kojima T, Akao T, Nakamura T. Development of the computerized dental cast form analyzing system-three dimensional diagnosis of dental arch form and the investigation of measuring condition. *Dent Mater* 16 1997;180-190.
40. Turp J, Greene C, Strub J. Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. *J Oral Rehabil* 2008;35(6):446-453.
41. Franco A, de Andrade M, Segalla J, Goncalves D, Camparis C. New approaches to dental occlusion: a literature update. *Cranio* 2012;30(2):136-143.
42. Companioni A, Toledo G, Morán G. La proporción áurea en la evaluación estética de la sonrisa. *Rev Haban Cienc Méd* 2016;15(6):906-915.
43. Swetah C, Pandian S. Maxillary and mandibular arch forms. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* 2016;40:80-82.

44. Vane S, Saravana P. Maxillary and Mandibular Arch Forms. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2016;40(2):80-82.
45. Begole E. Application of the cubic spline function in the description of dental arch form. *J Dent Res* 1980;59:1542-1556.
46. Chuck G. Ideal Arch form. *Angle Orthod* 1934:312-327.
47. Bennett J, McLaughlin R, Trevisi H. Systemised Orthodontic Treatment Mechanics. London Mosby International 2001;75:1-5.
48. Hawley C. Determination of the normal arch and its applications to orthodontia. *Dent cosmos* 1905(541-552).
49. Currier J. A computerized geometric analysis of human arch form. *Am J Orthod* 1969:164-179.
50. Moyer R. Handbook of Orthodontics. Chicago: (USA): Years book publishers; 1988.
51. Schullof R. Diagnostic procedure and Aids. In: TM e, editor. Orthodontics. Principles and Practice. St Louis: C.V. Mosby; 1988. p. 487.
52. Musich D, Ackerman J. The cantenometer: A reliable device for estimating dental arch perimeter. *Am J Orthod* 1973;63:366-375.
53. Brader A. Dental arch form related with intraoral forces,. *Am J Orthod* 1972;61:541-562.
54. Ferrario V, Sforza C, Miani A, Tartaglia G. Mathematical definition of the shape of dental arches in human permanent healthy dentitions. *Eur J Orthod* 1994;16:287-294.
55. Braun S, Hnat W, Fende D, Legan H. The form of the human dental arch. *Angle Orthod* 1998;68:29-36.
56. Jain M, Dhakar N. Arch forms: An Overview. *Univ Res J Dent* 2013;3:16-21.

57. Bedoya A, Osorio J, Tamayo J. Tamaño del Arco Dental, Fuerza de Mordida, Anchura Bizigomatica y Altura Facial en Tres Grupos Étnicos Colombianos. *Int. J. Morphol* 2015;33(1):55-61.
58. Lee S, Lee S, Lim J, Park H, Wheeler TT. Method to classify dental arch forms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(1):87-96.
59. Alvaran N, Roldan S, Buschang P. Maxillary and mandibular arch widths of Colombians. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(5):649-656.
60. Mejía-Sanin R, González J, Navid -Sadeghian D. Design of a Table for Tooth Size and Bolton ratios simultaneous analysis. Copyright registration, Ministry of Interior Ministry of Colombia, 10-553-83 , date: 04-01-2016: Repositorio Tesis de Grado. Universidad Autónoma de Manizales; 2016.
61. Raberin M, Laumon B, Martin J, Brunner F. Dimensions and form of dental arches in subjects with normal occlusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(1):67-72.
62. Nappa A. Desde el arco recto convencional al sistema Damon, mis caminos diagnósticos y mecánicos. Madrid: Ripano; 2009.
63. Capellozza F, Capellozza J, . A proposal to choose the arches form in Straight-Wire technique based on individuality anatomical and treatment objectives. *Rev Clín Ortod Dental Press* 2004;3:84-92.
64. Esteves TS-F, KM., Vaz -de- Lima DC, P., Cançado R, Valarelli F, De-Freitas M, Gobbi-de-Oliveira R. Comparison of WALA ridge and dental arch dimensions changes after orthodontic treatment using a passive self-ligating system or conventional fixed appliance. *Indian. J Dent Res*. 2019;30(3):386-392.
65. Ling J, Hagg U. Tooth size discrepancies among different occlusion groups of southern Chinese children. *120* 2001;5(556558).
66. Santoro M, Ayoub M, Pardi V, Canialosi T. Mesiodistal crown dimension and tooth size discrepancy of the permanent dentition of Dominican Americans. *Angle Orthod*. 2000;70(4):303-307.

67. Baum B, Cohen M. Decreased odontometric sex difference in individuals with dental agenesis. *Am J Phys Anthropol* 1973;38(3):739-742.
68. Cabrera C, Pinzan A, Cabrera M, Henriques J, Janson G, Freitas M. Biometric study of human teeth. *Dental Press J. Orthod.* 2011;16(4):111-122.
69. Nakajima YS, K., Kasai, Kohakura S, Iwasawa T. A discussion of arch form on orthodontic treatment. *Nichidai Koko Kagaku (J Nihon Univ Sch Dent)* 1995;21:128-140.
70. Harris E, Smith R. Occlusion and arch size I families. *Angle Orthod* 1982;52:135-143.
71. Yamada H. Factor analyses of human tooth, dental arch and palate size. *J dent Sci* 1977;15.
72. Ueno K, Kumabe S, Nakatsuka M. Factors influencing dental arch form. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 2019;6(1):31-46.
73. Housley J, Nanda R, Currier G, McCune D. Stability of transverse expansion in the mandibular arch. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124(288-293).
74. Nojima K, McLaughlin R, Isshik Y, Sinclair P. A comparative study of Caucasian and Japanese mandibular clinical arch forms. *Angle Orthod* 2001 2001;71:195-200.