



unicoc
Colegio Odontológico

**EVALUACIÓN DE ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS DEL
CANINO SUPERIOR AL APLICAR UNA FUERZA CON BRAZO
DE PODER MEDIANTE MEF (MODELO DE ELEMENTOS
FINITOS)**

INVESTIGADORES

Maryury Ricardo

Carolina Vargas

William Fuentes

Elizabeth Torres

**ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
V SEMESTRE**

Bogotá, JULIO 04 de 2017

ASESORES

Asesor científico

Dra. Diana Pacheco

Ortodoncista

Asesor metodológico

Dra. Diana Parra

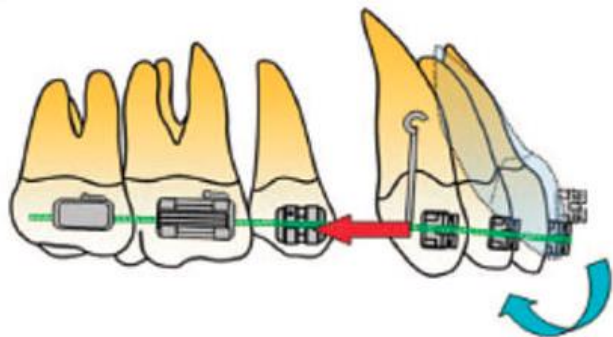
Epidemióloga



unicoc
Colegio Odontológico

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Fases: alineación y nivelación, cierre de espacios y finalización



Cierre de espacios puede ser en:

- Una fase (masa):
Retracción de los seis dientes anteriores
- Dos fases:
 1. Retracción de los caninos
 2. Para retraer los cuatro anteriores

Movimiento en cuerpo durante el cierre de espacios
Implementando un BP soldado

Logrando un acercamiento al CR del diente

Movimientos controlados



La ortodoncia requiere un movimiento dental controlado 3D

Traslación
Rotación

CR
“Punto sobre el cual el diente está perfectamente en equilibrio”

Se cree que impactando el CR se logra un desplazamiento dental puro

Smith y Burstone

Las fuerzas aplicadas
generan traslación,
rotación, o una
combinación

Depende de la relación
entre la fuerza y el CR

El CR está
aproximadamente 1/2 a
2/3 de la longitud
radicular

MEF indicado para
analizar la ubicación del
CR

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN



¿Cuales son los esfuerzos y desplazamientos del canino superior al aplicar una fuerza con brazo de poder a 0 y 7mm?

JUSTIFICACIÓN

Técnica Estándar para retracción de canino

Mediante la aplicación de una fuerza con un brazo de poder sobre el canino superior, se pretende evaluar el esfuerzo transmitido sobre CR

La biomecánica consiste en que estos brazos lleguen lo más cerca posible al CR para lograr equilibrio en los movimientos en cuerpo

Rokutanda H. Koga Y. Yanagida H. Tominaga J. Fujimura Y. Yoshida N. Effect of power arm on anterior tooth movement in sliding mechanics analyzed using a three-dimensional digital model. Orthodontic waves. 2015; 74 (15): 93–98

JUSTIFICACIÓN

El nivel de altura del brazo de poder en relación con el centro de resistencia es considerado el factor más influyente para determinar el movimiento dental.

Rokutanda H. Koga Y. Yanagida H. Tominaga J. Fujimura Y. Yoshida N. Effect of power arm on anterior tooth movement in sliding mechanics analyzed using a three-dimensional digital model. Orthodontic waves. 2015; 74 (15): 93–98

JUSTIFICACIÓN

Actualmente existe poca evidencia en el esfuerzo transmitido al CR con un brazo de poder en diversa combinación con biomecánicas

La implementación de técnicas basadas con MEF

Ha resultado ser uno de los análisis más usados por su alto índice de precisión

Rokutanda H. Koga Y. Yanagida H. Tominaga J. Fujimura Y. Yoshida N. Effect of power arm on anterior tooth movement in sliding mechanics analyzed using a three-dimensional digital model. Orthodontic waves. 2015; 74 (15): 93–98

PROPÓSITO

Continuar la línea de investigación en MEF

Ampliar el campo de profundización

De acuerdo a los temas que surjan

Pretende aclarar la influencia sobre el CR

Aplicando una F con un BP a diferentes alturas

En canino superior

Técnica de simulación MEF

MARCO TEÓRICO



- Desplazamiento corono-radicular a igual distancia y en la misma dirección horizontal

Desplazamientos dentales:

Inclinación, traslación, desplazamiento radicular y rotación.

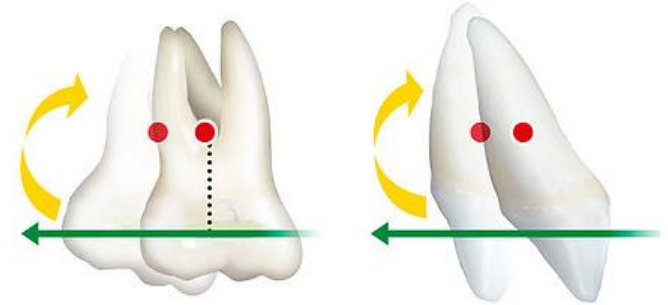
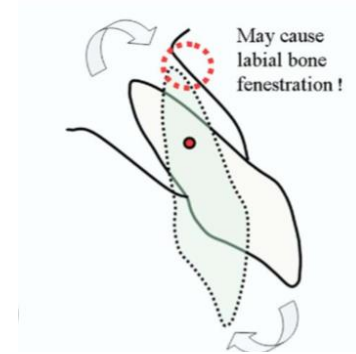
Cada tipo básico de movimiento es el resultado de la variación del momento y la fuerza aplicada

MARCO TEÓRICO

CENTRO DE RESISTENCIA

Punto a través del cual debe pasar una fuerza aplicada para mover un objeto libre sin rotación alguna.

El CR depende de la longitud y la morfología radicular, de la cantidad de raíces y del nivel de soporte por parte del hueso alveolar



MARCO TEÓRICO

BRAZO DE PODER

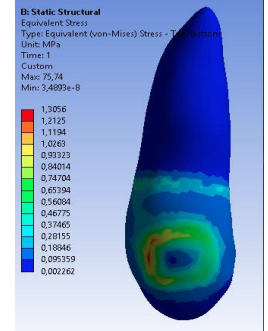


Aditamentos usados generalmente para retraer caninos o para cierre de espacios.

El movimiento aplicado va a estar determinado por la longitud que los brazos de potencia

La biomecánica consiste en que éstos brazos lleguen lo más cerca posible al CR.

MARCO TEÓRICO



MODELAMIENTO DE ELEMENTOS FINITOS

- Análisis numérico, ha sido una técnica usualmente utilizada para analizar esfuerzos y desplazamientos en sistemas biológicos

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la distribución de esfuerzos y desplazamientos del canino superior, bajo la acción de una fuerza aplicada con un brazo de poder a 0 y 7 mm, analizando los efectos en el centro de resistencia, mediante MEF.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la expresión de los esfuerzos transmitidos al CR, por medio de la aplicación de una F con un BP a diferentes alturas 0 y 7mm.

Determinar el desplazamiento del canino superior, por medio de la aplicación de una F con un BP a diferentes alturas 0 y 7mm.

Comparar los esfuerzos y desplazamientos del canino superior bajo la acción de una F aplicada mediante el uso de un BP por medio de MEF.

Describir el tipo de movimiento dental posterior a la aplicación de las F.

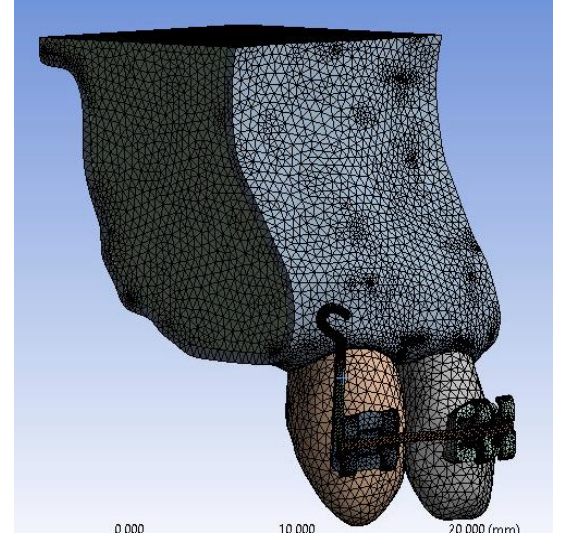
ASPECTOS METODOLÓGICOS

Tipo de estudio

Experimental por simulación con MEF.

Objeto de estudio

Esfuerzo transmitido al CR y desplazamiento dental, por medio de la aplicación de una F con un BP.



ASPECTOS METODOLÓGICOS

Imagen tomográfica de canino superior derecho

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Tomografía de paciente con erupción completa de canino superior derecho
- Tomografía de paciente con formación radicular completa del canino superior derecho y ápice cerrado
- Tomografía de paciente sin enfermedad periodontal y clínicamente sano
- Tomografía de paciente sin compromiso sistémico

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

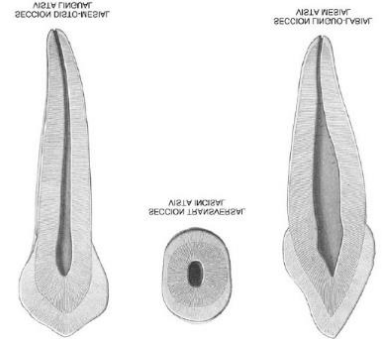
- Tomografía de paciente con previo tratamiento ortodóntico
- Tomografía de paciente menor de edad

PROCEDIMIENTO

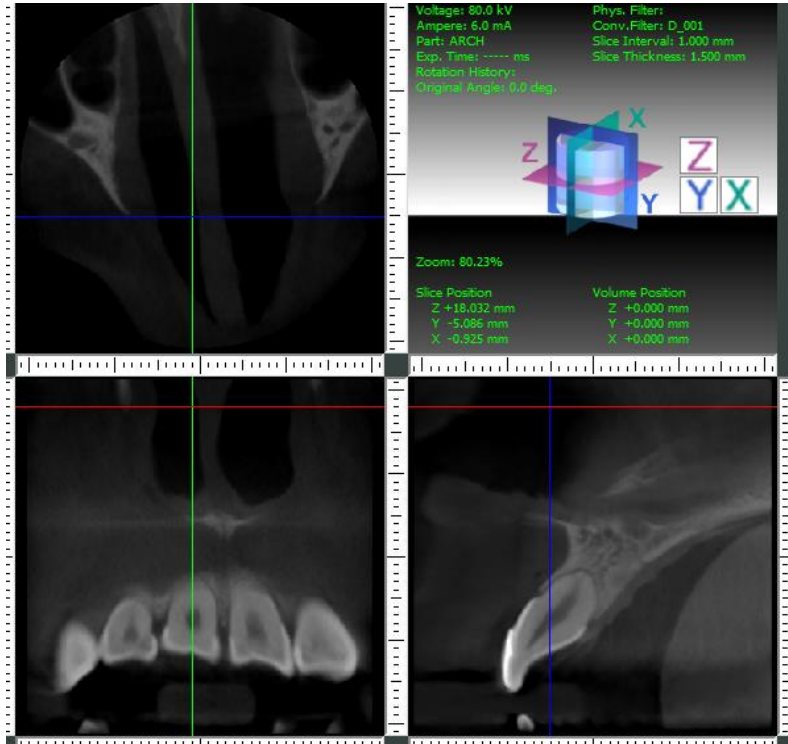


Que cumpla con los
criterios de inclusión

Se selecciona un
paciente para la
investigación:



PROCEDIMIENTO



CT

DICOM

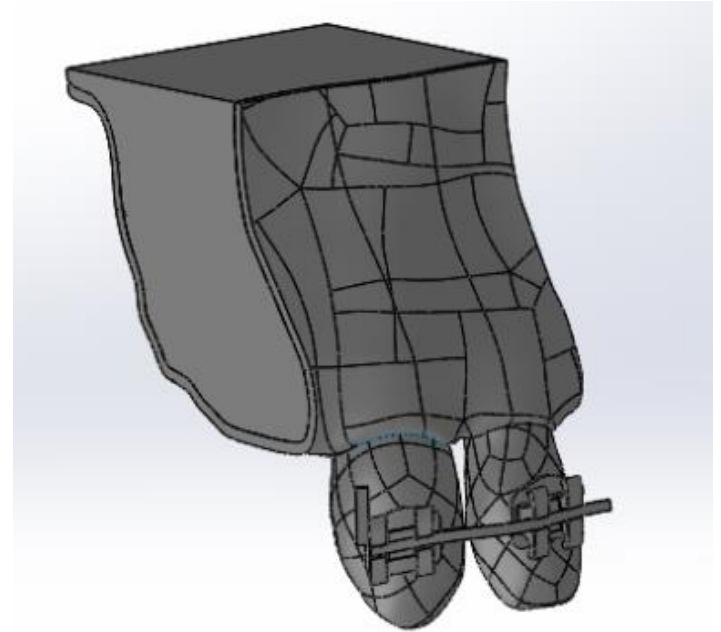
Software de
procesamiento y
edición de
imágenes en 3D
Mimics

PROCEDIMIENTO

Modelo convertido a MEF mediante ANSYS

Fases de pre procesamiento, procesamiento y post procesamiento.

La TC se utilizó para realizar el modelamiento del cuadrante superior derecho, de donde se seleccionó el segmento de lateral, canino y hueso alveolar (hueso esponjoso y cortical).



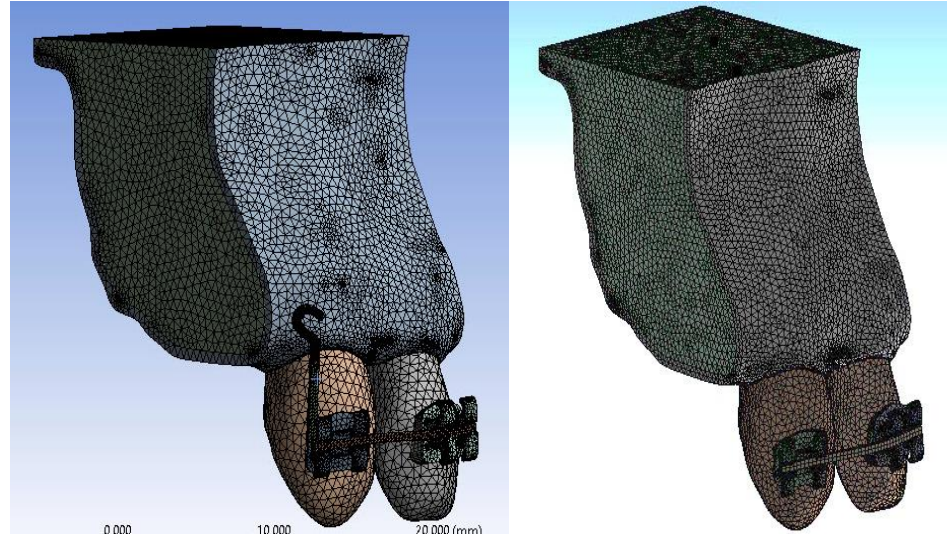
PROCEDIMIENTO

El LP, los brackets y el arco de acero inoxidable

Fueron creados a partir del programa **SOLIDWORKS**

Las propiedades mecánicas del diente, hueso, LP, bracket, BP y alambre

Se asumieron como materiales isotrópicos y linealmente elásticos.



PROCEDIMIENTO

Alturas 0mm y 7mm

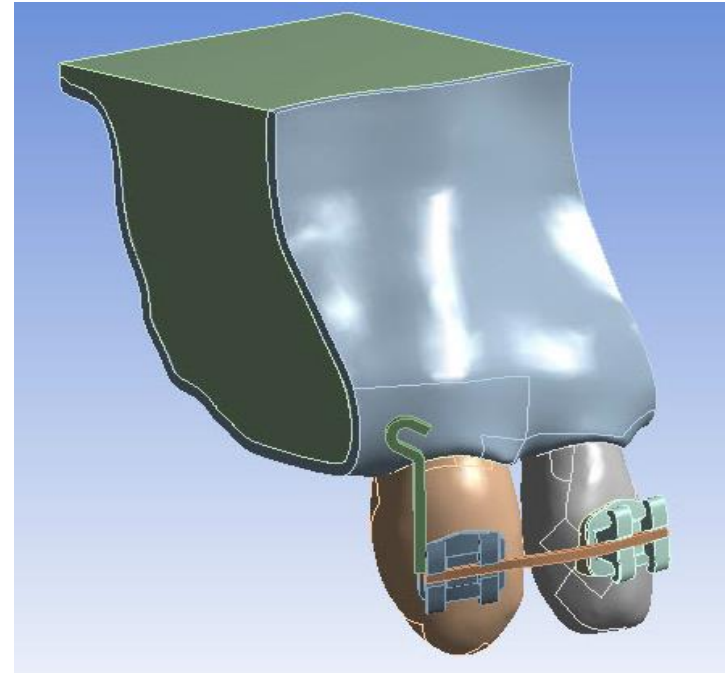
Fuerza de 100gr

Ángulo de 10° y 0° en el plano sagital

12° en el plano axial

SPB: 369.415 elementos tetraédricos
y 561.890 nodos,

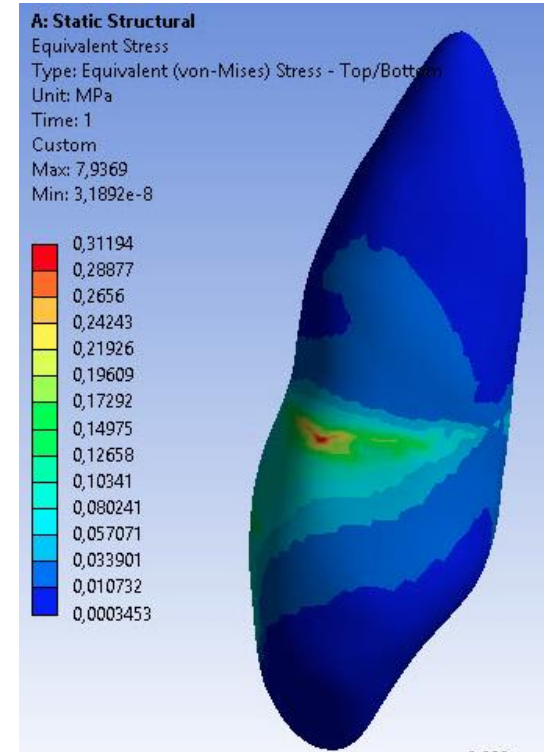
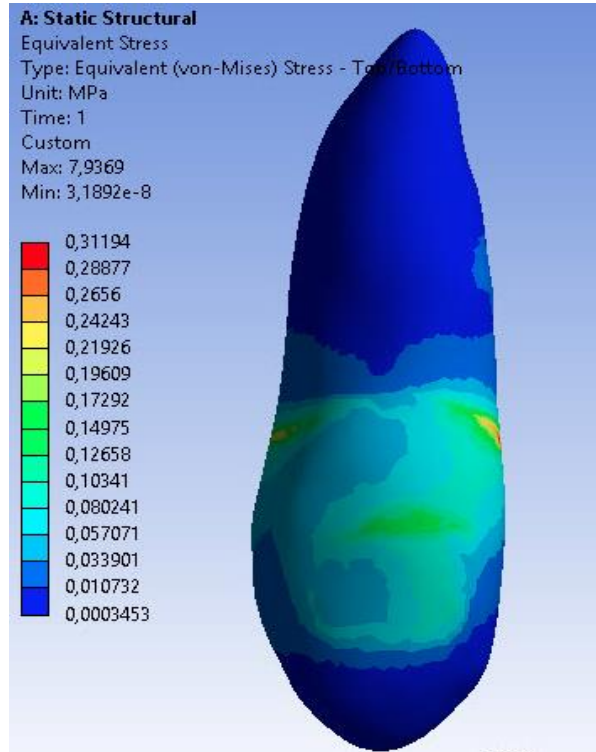
BP: 246.607 elementos y 389.310
nodos.



RESULTADOS SIN BRAZO DE PODER

Esfuerzos:

Zona de mayor concentración de F del canino se ubicó mesial del tercio cervical de la CC

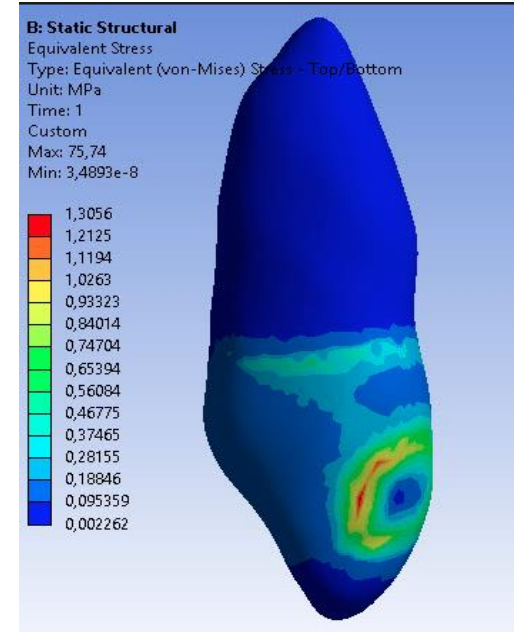
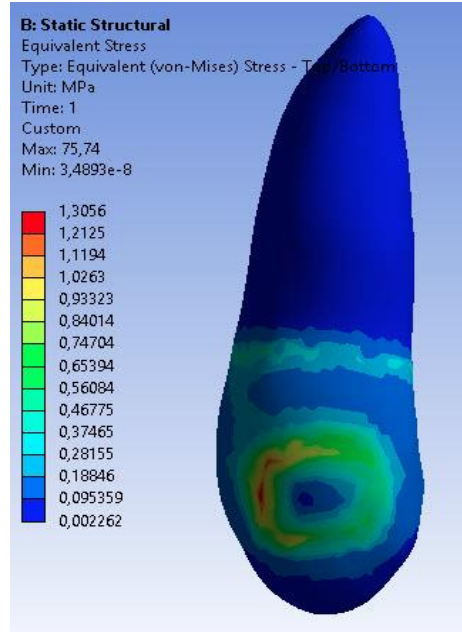


RESULTADOS CON BRAZO DE PODER

**Esfuerzos con brazo de poder
(angulaciones 10° sagital y
12° axial):**

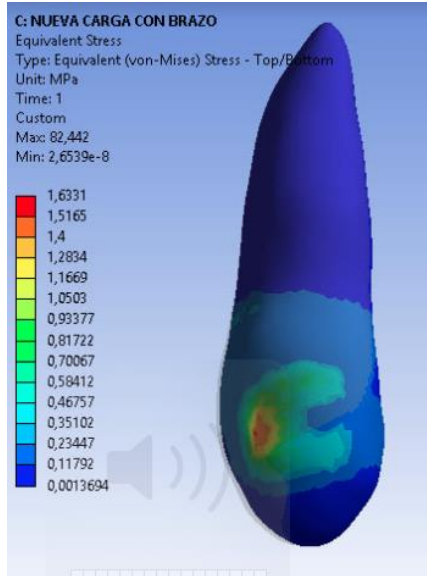
Mayor concentración de F a nivel
del centro de CC

Zona de adhesión del bracket al
diente

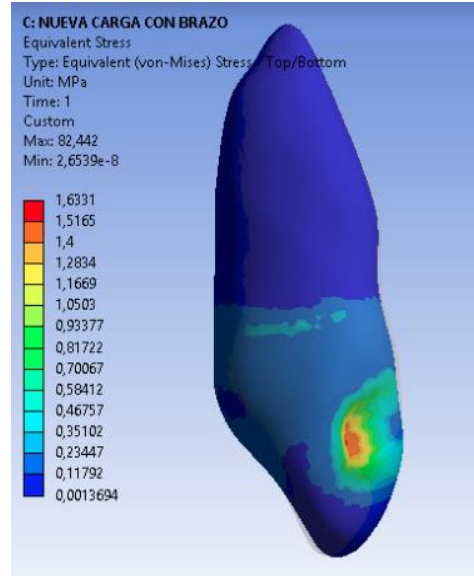


Tiempo de simulación: 1 h.

RESULTADOS CON BRAZO DE PODER



rangos de 0.0013694 hasta 1.6331 MPa



Esfuerzos con brazo de poder (angulaciones 0° sagital y 12° axial):

Mayor concentración de F a nivel del centro de CC

Tiempo de simulación: 1 h.

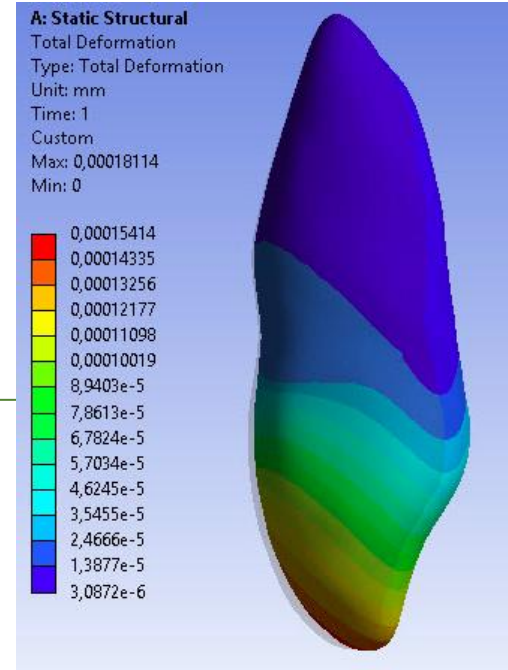
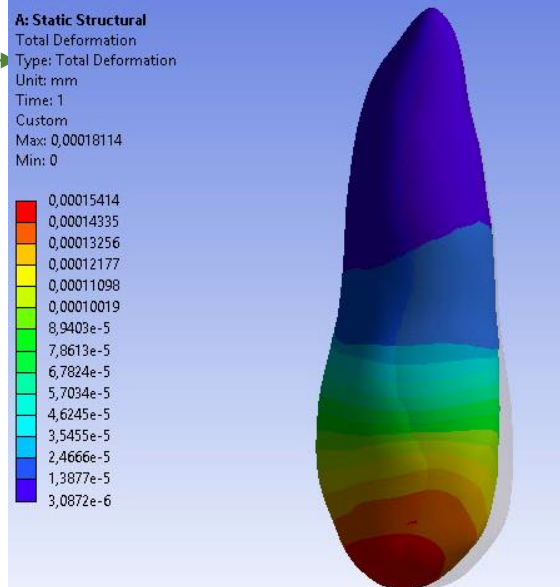
RESULTADOS SIN BRAZO DE PODER

Desplazamiento:

En vista frontal

Inclinación coronal hacia distal (3.083×10^{-4} m)

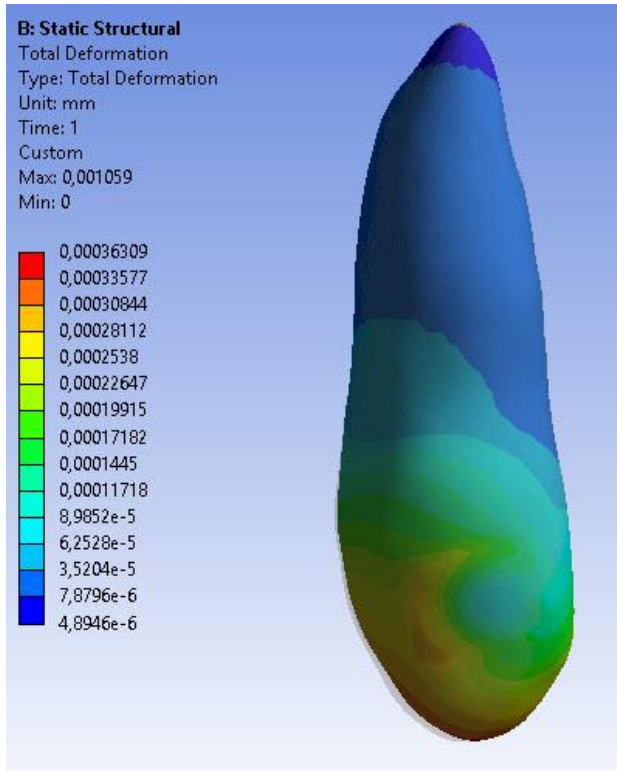
Manteniéndose la raíz en su posición original.



Vista lateral:

Desplazamiento coronal en sentido palatino, manteniéndose la raíz en su posición original.

RESULTADOS CON BRAZO DE PODER (angulaciones de 10° sagital y 12° axial)



Desplazamiento:

Rangos 4.8946×10^{-4} m hasta 3.6309×10^{-4} m

Vista frontal: Inclínación coronal hacia mesial e inclinación radicular hacia distal.

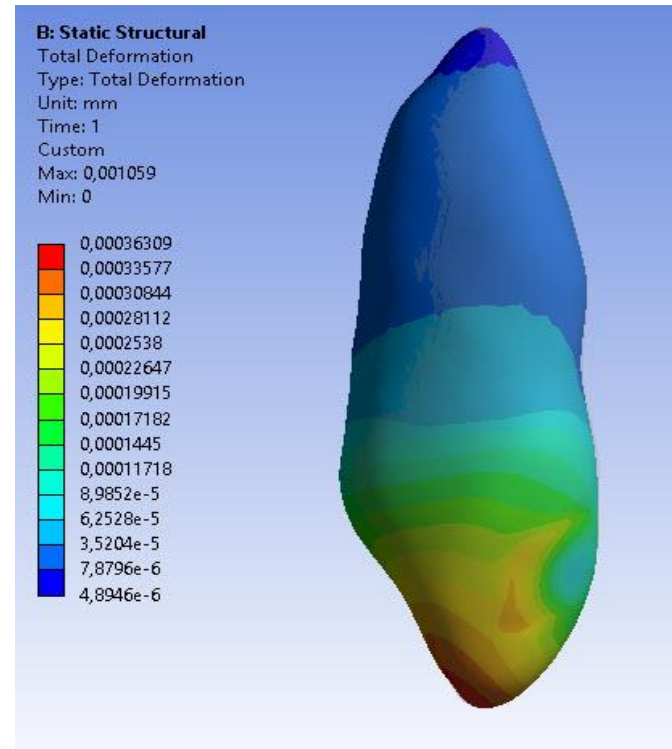
Leve rotación en contra de las manecillas del reloj

RESULTADOS CON BRAZO DE PODER (angulaciones de 10° sagital y 12° axial)

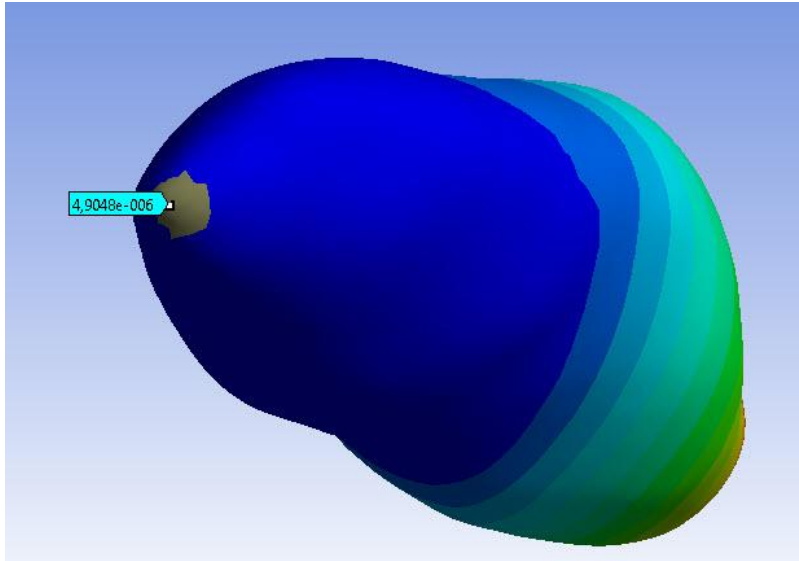
Vista lateral:

Desplazamiento coronal hacia palatino en menor grado

Respecto a lo encontrado en el modelo sin brazo de poder.

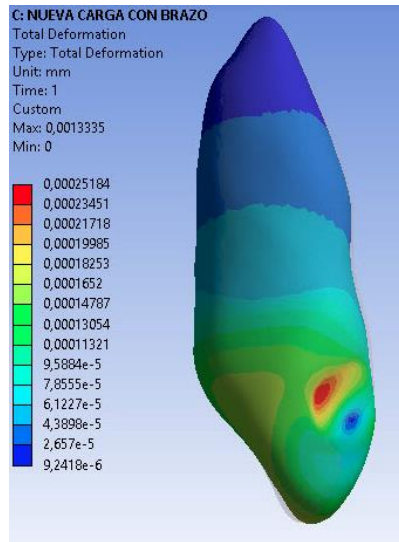
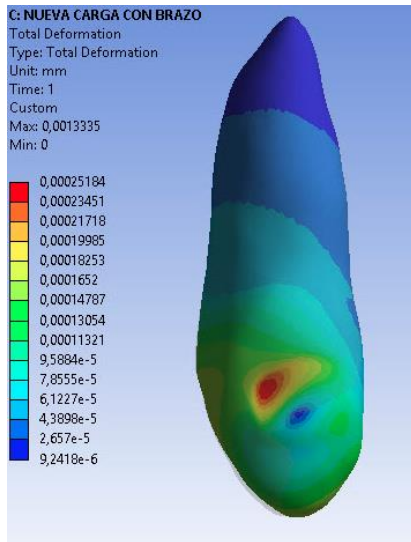


RESULTADOS CON BRAZO DE PODER (angulaciones de 10° sagital y 12° axial)



Apicalmente, se observó un desplazamiento de 4.9048×10^{-4} m

RESULTADOS CON BRAZO DE PODER (angulaciones de 0° sagital y 12° axial)



Desplazamiento:

Rangos desde 9.241×10^{-4} m hasta 2.5184×10^{-4} m.

Vista frontal: mov. en cuerpo hacia distal.

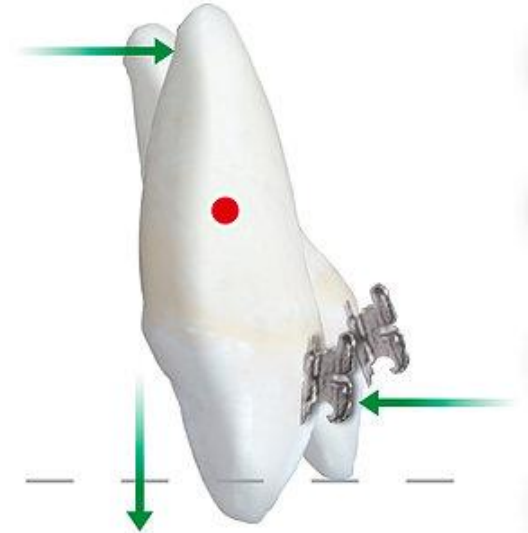
Vista lateral: desplazamiento coronal hacia V y un leve desplazamiento radicular hacia P.

DISCUSIÓN

Basados en el estudio de Ozaki & Cols en el 2015 BP 7mm

Se decide emplear esta medida para la presente investigación

Promediando la ubicación del CR del canino en condiciones de normalidad



Ozaki H & Cols. Biomechanical aspects of segmented arch mechanics combined with power arm for controlled anterior tooth movement: A three-dimensional finite element study. Journal of dental biomechanics, Vol. 6: 1-6;2015.

DISCUSIÓN

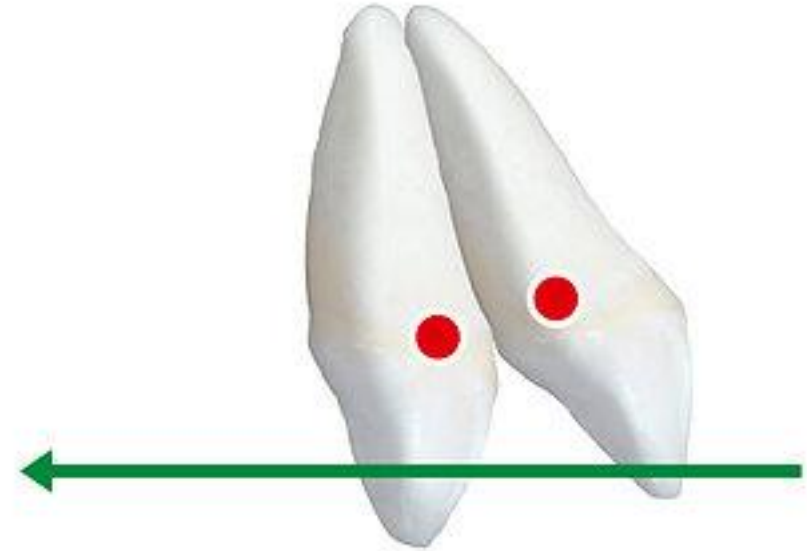
Desplazamiento en el modelo
SBP

Vista frontal: Mayor
desplazamiento coronal hacia
distal

Se considera inadecuado

No se acerca al CR

Inclinación dental



DISCUSIÓN

Desplazamiento con BP a 10° 7mm distal al canino

Vista frontal:

Demostró una leve inclinación coronal mesial y radicular distal en mayor grado

Plano lateral:

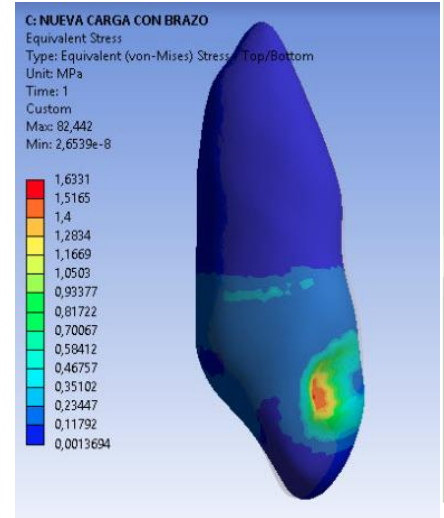
Inclinación coronal palatina

Similar a los resultados de Tominaga & cols (2009)

“Este efecto se produce cuando el BP supera los 5,5 mm y se ubica distal al canino”

Es explicado por un acercamiento de la F al CR sin impactarlo directamente →

Momento: Longitud del BP ubicado por debajo del CR



DISCUSIÓN

Desplazamiento con BP a 0° 7mm distal al canino

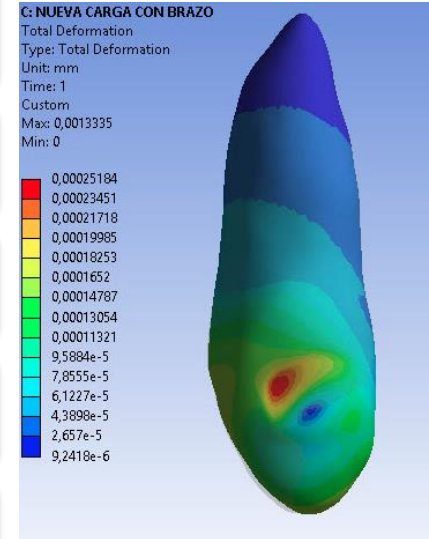
Vista frontal:

Se desplazó casi el doble respecto a la angulación de 10°, pero más en cuerpo.

Plano lateral:

Inclinación leve coronal vestibular y radicular hacia palatino, favorable según Tominaga debido al ensanchamiento del arco hacia posterior.

Es explicado porque hay mayor concentración de esfuerzo en la zona cercana al CR y no se crea un momento adicional (palanca)



DISCUSIÓN

Esfuerzos con BP:



Se distribuyó más acorde a lo esperado

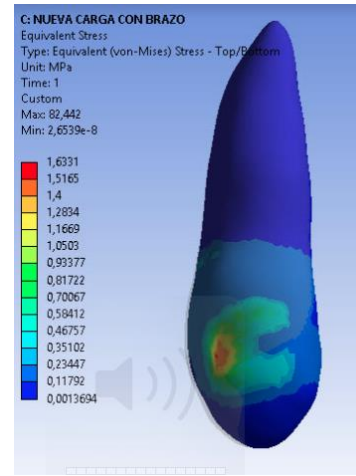
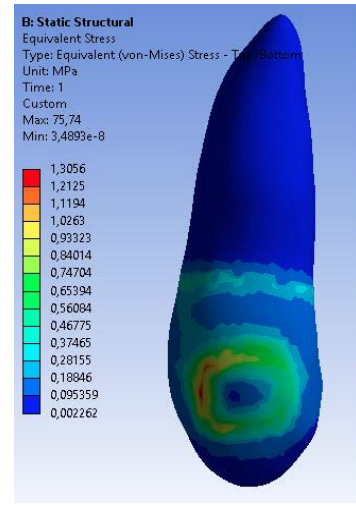


Se evidencia mayor concentración a nivel del CCC



Exactamente en el área de adhesión del bracket al diente

Hacia el sitio del punto de aplicación de la F



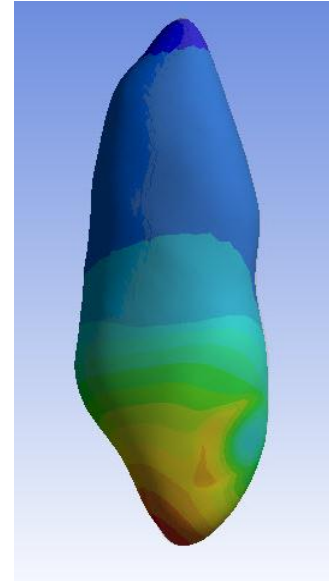
DISCUSIÓN

Al comparar el modelo SBP, se encontró que hubo un desplazamiento de 3×10^{-4} m

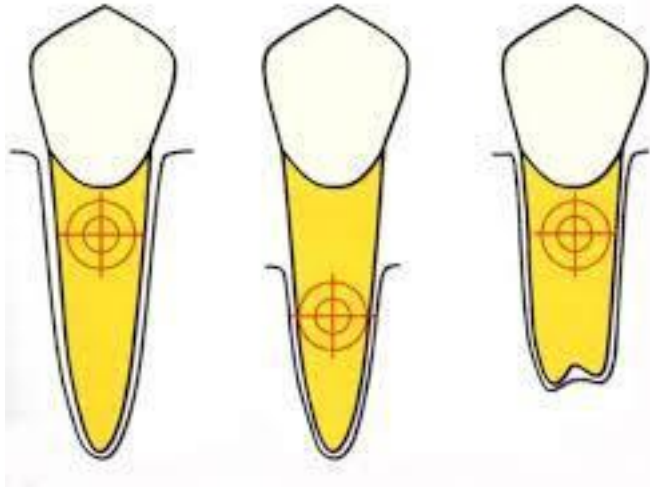
Respecto a la simulación con BP a 10° , arrojó un desplazamiento de 4.89×10^{-4} m

Y de acuerdo a la simulación con BP a 0° , hubo un desplazamiento de 9.24×10^{-4} m

Explica que al utilizar este aditamento con la angulación correcta, se genera un desplazamiento casi del doble durante el mismo tiempo respecto a otra angulación y de más del triple respecto al no uso de BP.



DISCUSIÓN



La localización del CR no se puede describir con precisión

La forma dental, LP y hueso alveolar tienen características propias de cada individuo

Kim (2010), la longitud del BP entre 7 y 9mm genera un desplazamiento dental en cuerpo

Cuando éste aditamento se localiza entre canino y premolar

En contraste el presente estudio demostró que con una longitud de 7mm del BP, el desplazamiento no logró impactar el CR

DISCUSIÓN

Recomendaciones:

Falta de muestras para comparar el desplazamiento del canino según variables anatómicas.

Se sugiere ampliar el rango de longitud del BP para evaluar su comportamiento al movimiento de retracción.

CONCLUSIÓN

- ❖ La longitud del BP se debe determinar por la medida real del diente a tratar, para así lograr impactar el CR, logrando un movimiento de traslación.
- ❖ De acuerdo a este estudio, se generaron movimientos de inclinación secundarios, prolongando así el tiempo de tratamiento ortodóntico durante el cierre de espacios.
- ❖ Se sugiere continuar ampliando la línea de investigación, empleando una mayor muestra y la utilización de un BP a diferentes alturas.



GRACIAS

Coeficientes de Fricción

Materiales	Coef. de Fricción Estática μ_s	Coef. de Fricción Cinética μ_k
Acero - Acero	0.74	0.57

