



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

RELACIÓN DEL BIOTIPO FACIAL, CONTACTOS  
OCLUSALES Y MÁXIMA FUERZA OCLUSAL CON EL  
DESEMPEÑO MASTICATORIO EN NIÑOS MIXTECOS  
DEL ESTADO DE OAXACA Y NIÑOS DEL DISTRITO  
FEDERAL DE 8 A 10 AÑOS DE EDAD

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS**

**P R E S E N T A:**  
C.D.E.O. NOEL ARIAS MÁRQUEZ

**T U T O R:**  
DRA. ANA MARÍA WINTERGERST LAVÍN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**MÉXICO D.F., CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México;

Al programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud;

A la Dra. Ana María Wintergerst Lavín;

A la Dra. María Eugenia Peña Reyes;

Al M. en C. Filiberto Hernández Sánchez;

Al laboratorio de materiales dentales, DEPeI, Facultad de Odontología, UNAM;

Al apoyo PAPIIT-IN220413-RR220413;

A las autoridades educativas de las escuelas primarias Dr. Ignacio Chávez y Emperador Itzcoatl.

DEDICATORIAS

A Marina como siempre. A ti te debo todo, o casi todo;

A mi papá. Comprendí lo valiosa que fue tu silenciosa dedicación. Te extraño mucho;

A Humberto y Diana;

A Noelin y Mar;

A aquellas personas que me quisieron ver hincado, y que me hicieron fuerte, y cada vez más fuerte.

**INDICE**

I.	Resumen.....	2
II.	Introducción.....	4
III.	Antecedentes.....	6
	3.1. Masticación.....	6
	3.2. El acto masticatorio y su relación con la salud general.....	6
	3.3. Evaluación de la función masticatoria.....	7
	3.3.1. Evaluación de la masticación por auto-reporte (subjetiva).....	9
	3.3.2. Pruebas de masticación (desempeño masticatorio).....	9
	3.3.3. Asociación de la máxima fuerza oclusal con el desempeño masticatorio.....	12
	3.3.4. Asociación del biotipo facial con el desempeño masticatorio .....	15
	3.3.5. Asociación de los contactos oclusales con el desempeño masticatorio.....	16
	3.3.6. Poblaciones de estudio.....	18
IV.	Planteamiento del problema.....	25
V.	Justificación.....	26
VI.	Objetivos.....	27
VII.	Hipótesis.....	28
VIII.	Material y métodos.....	29
IX.	Resultados.....	42
X.	Discusión.....	56
XI.	Conclusiones.....	68
XII.	Referencias.....	69
XIII.	Anexos.....	77

## ABREVIATURAS

AC.	Áreas de contacto
ACC.	Áreas de contacto cercano
ACCC.	Áreas de contacto y contacto cercano
ACO.	Áreas de contacto oclusal
ADP.	Amplitud de distribución de partícula
DM.	Desempeño masticatorio
IF.	Índice facial
IMC.	Índice de masa corporal
MFO.	Máxima fuerza oclusal
TMP.	Tamaño medio de partícula

## I. RESUMEN

**Antecedentes:** Una de las formas de evaluar la masticación es a través del desempeño masticatorio (DM) el cual corresponde a la capacidad de fragmentar los alimentos en pequeñas porciones. Es una actividad fundamental para el bienestar de un individuo y se sabe que está influenciada por múltiples factores tales como el biotipo facial, la máxima fuerza oclusal (MFO) y los contactos oclusales, los cuales podrían variar entre las poblaciones.

**Objetivo:** Evaluar la relación que existe entre el biotipo facial, los contactos oclusales y la máxima fuerza oclusal con el desempeño masticatorio en niños Mixtecos del Estado de Oaxaca y niños del Distrito Federal de 8 a 10 años de edad.

**Material y métodos:** Se evaluaron 52 niños de Iztapalapa y 53 niños Mixtecos del Estado de Oaxaca de 8 a 10 años de edad. Se midió en ambos grupos: a) el biotipo facial mediante el Índice Facial (IF) a través de mediciones antropométricas de la cara; b) la MFO mediante los datos registrados por un transductor de fuerza oclusal colocado en molares de ambos lados e incisivos; c) los contactos oclusales obtenidos por el registro oclusal de un silicón por adición que posteriormente es digitalizado para su análisis mediante un software especializado; d) el Índice de Masa Corporal (IMC) pesando y midiendo a los niños; e) para la evaluación del DM se calculó el tamaño medio de partícula (TMP) y la amplitud de distribución de partícula (ADP) (que son indicadores del DM) a los 20 ciclos masticatorios y al umbral de la deglución, utilizando un alimento prueba fabricado de silicona por condensación, el cual fue masticado por los niños estudiados; f) además, con ayuda de un cronómetro, se midió la duración de los ciclos masticatorios y se realizó el conteo visual de los ciclos masticatorios al umbral de la deglución.

**Resultados:** No existieron diferencias entre las poblaciones en IF ni IMC. Los niños Mixtecos presentaron significativamente valores mayores de MFO y contactos oclusales que los niños del Distrito Federal. En la prueba a los 20 ciclos masticatorios, los valores del TMP y ADP fueron significativamente menores ( $p < 0.05$ ) en los niños Mixtecos que en los del Distrito Federal (15% y 24% respectivamente). Al umbral de la deglución, solo existieron diferencias significativas en el valor del TMP, siendo menor en el grupo Mixteco (58%), además de que éstos mastican el alimento prueba artificial en promedio 11 ciclos masticatorios más antes de deglutirlo.

**Conclusiones:** Los niños de la comunidad Mixteca tienen una mejor capacidad de fragmentar el alimento prueba artificial que los niños del Distrito Federal tanto a los 20 ciclos masticatorios como al umbral de la deglución. Esta cualidad podría ser explicada en base a que los niños Mixtecos tienen mayor fuerza de oclusión y contactos oclusales más amplios, además de que al umbral de la deglución utilizan más ciclos masticatorios.

## I. ABSTRACT

**Background:** There are several ways to evaluate masticatory function, one of which is masticatory performance (MP) that corresponds to an individual's capacity to breakdown his food into small pieces. This is an important function for an individual's well being and is influenced by several factors which could vary among populations such as the facial biotype, maximum occlusal force (MOF), and occlusal contact.

**Objective:** To evaluate the relationship that exists between the facial biotype, occlusal contact and maximum occlusal force with masticatory performance in 8 to 10 year old Mixtec children from the State of Oaxaca and 8 to 10 year old children from Mexico City.

**Material and methods:** 52, 8 to 10 year old children from Mexico City and 53 Mixtec children were evaluated. The measurements made in both groups were: a) facial biotype determined with the Facial Index (FI) based on antropometric measurements of the face; b) MOF using a force transducer on molars and incisors; c) occlusal contacts obtained from a silicone occlusal registration that was digitalized and analyzed using a specialized software; d) Body mass index (BMI), weighing and measuring them; e) Medium particle size (MPS) and broadness of particle distribution (BPD) (which are indicators of MP) after 20 chewing cycles and at swallowing threshold, obtained with the children chewing an artificial test food made out of a condensation silicone; f) the number of chewing cycles till swallowing threshold which were visually counted and cycle duration calculated with the help of a chronometer. Comparisons were made with ad hoc tests as well as correlations and regression models.

**Results:** There were no differences among the two populations in FI or BMI. Mixtec children had significantly higher values of MOF and contact area than those from Mexico City. MPS and BPD were significantly smaller ( $p < 0.05$ ) in the Mixtec children than in those from Mexico City (15% and 24% respectively) in the 20 chewing cycles test. At swallowing threshold there were only statistically significant differences in MPS, which is 58% smaller in the Mixtec children, and in the number of chews before swallowing threshold (11 cycles more in Mixtecs).

**Conclusions:** The children from the Mixtec community have a better capacity to breakdown the artificial test food than children from Mexico City, after 20 chewing cycles and swallowing threshold. This advantage may be explained given that Mixtec children have a higher maximum occlusal force and broader occlusal contacts as well as the fact that they chew during more cycles before swallowing their food.



## II. INTRODUCCIÓN

La masticación es una función fundamental en el ser humano de la cual dependerá que éste aproveche los nutrientes ingeridos de la mejor manera. Es una actividad controlada por el sistema nervioso central en la cual participan los receptores mucosos y del ligamento periodontal, los músculos de la masticación y peribucales y los dientes.

Varias son las formas de evaluar la actividad masticatoria, ya sea subjetiva mediante cuestionarios, donde los participantes manifiestan su sentir acerca de su capacidad para masticar los alimentos, u objetiva, la cual es preferida en muchas investigaciones ya que refleja mejor la verdadera aptitud de quien está siendo evaluado para triturar la comida. Una forma objetiva de valorar la masticación es determinando el desempeño masticatorio, que es la capacidad de un individuo para triturar los alimentos en pequeñas porciones en un determinado número de ciclos masticatorios.

Existen diversos factores que condicionan en mayor o menor medida el DM, entre los que se encuentran la edad, el sexo, el número de unidades dentales funcionales, el uso de prótesis dentales, las desarmonías oclusales, la conformación de la cara (biotipo facial), el índice de masa corporal (IMC), la fuerza de oclusión y las áreas funcionales de contacto oclusal.

Estos factores pueden variar entre los distintos grupos poblacionales, particularmente en aquellos que conservan hábitos alimenticios más naturales como en las comunidades rurales. Estos hábitos involucran el consumo de comida fibrosa y más dura, lo que conlleva una mayor demanda en los músculos elevadores de la mandíbula, aumentando la fuerza de oclusión y a su vez ampliando las áreas de contacto oclusal. Caso contrario a la alimentación en los grupos urbanos, donde la tendencia es el consumo de alimentos procesados, altos en carbohidratos, blandos, que requieren un esfuerzo pequeño de masticación, provocando bajos niveles de carga y estrés funcional en la musculatura masticatoria, haciéndola débil. Por otro lado, los pobladores de comunidades rurales son relacionados con menor tamaño corporal que los

que habitan en zonas urbanas, lo que afectaría también la habilidad para triturar los alimentos.

Este estudio incluye una población urbana del Distrito Federal, ubicada en la Delegación Iztapalapa y una rural mixteca del Estado de Oaxaca que tienen distintos hábitos alimenticios. Los resultados del estudio han permitido conocer más sobre la dinámica de la masticación, además de que la muestra es de individuos en edad escolar y pocos son los estudios que toman en cuenta niños; la gran mayoría se lleva a cabo en población adulta.

### III. ANTECEDENTES

#### 3.1. MASTICACIÓN

La masticación es la primera etapa del proceso digestivo en los humanos. Es una actividad rítmica intermitente donde la lengua y los músculos faciales y mandibulares se coordinan para colocar la comida entre los dientes, ésta es reducida en tamaño y finalmente preparada para su deglución (Lund 1991). Para poderse llevar a cabo el acto masticatorio se requiere de la integración de los órganos efectores periféricos (receptores mucosos y periodontales, articulación temporomandibular y músculos masticatorios y peribucales), los dientes y el sistema nervioso central. Si cualquiera de las unidades fundamentales presenta alguna disfunción, la masticación no puede llevarse a cabo adecuadamente (Lund 1991; Kubota, et al 1988; Kubota, 1989). El propósito fundamental de la masticación es la reducción del alimento ingerido en pequeñas porciones (Bosman, et al 2004; Sierpinska, et al 2008). El número de ciclos masticatorios realizados está correlacionado con la consistencia del alimento, y depende en cierta forma de los hábitos alimenticios individuales (Hiemae, 2004). El estímulo mecánico de la ingesta de alimento en conjunto con la percepción de su olor y sabor resulta en la secreción de saliva. Este fluido actúa como lubricante reduciendo la fricción entre el alimento y los tejidos orales, formando un bolo alimenticio adecuadamente cohesivo y apto para su deglución (Hiemae y Palmer, 1999).

#### 3.2. EL ACTO MASTICATORIO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD GENERAL

Como se mencionó con anterioridad, la función fundamental de la masticación es la preparación de los alimentos ingeridos, reduciéndolos en tamaño y facilitando su deglución. Además, la masticación está relacionada en mayor o menor grado con otras funciones corporales que son importantes para el mantenimiento de la salud de las personas. En la siguiente sección se hará mención de la contribución del acto masticatorio con algunas funciones corporales y su relación con la salud general.

El grado de disfrute de los alimentos se relaciona con la fase masticatoria, ya que es en ésta donde se liberan los componentes de sabor y se registra la

sensación de gusto. Así mismo, la función masticatoria provee retroalimentación sensorial de la textura de los alimentos (Brown, et al 1998).

La masticación tiene una fuerte correlación con el funcionamiento gástrico ya que el vaciamiento del alimento en el estómago es más rápido en aquellos sujetos que utilizan más ciclos masticatorios y aquellos que trituran el alimento en porciones más pequeñas. (Pera, et al 2002) (Figura 3.1). Por otro lado, se ha reportado que los sujetos con disfunción masticatoria padecen distintos síntomas digestivos tales como dolor abdominal (sensación de ardor, inflamación o cólicos), constipación y diarrea. Estos desordenes mejoran al realizar la rehabilitación de la función masticatoria (Mercier y Poitras, 1992).

Otro de los efectos estudiados de la masticación sobre las funciones corporales es el aumento del consumo de oxígeno, la frecuencia cardiaca y la presión sanguínea durante el ejercicio masticatorio. De hecho, se comprobó también la elevación de la irrigación sanguínea de la carótida interna, lo que sugiere que la masticación incrementa el flujo sanguíneo cerebral (Suzuki, et al 1994).

El sistema masticatorio también se relaciona con otras funciones como la deglución, respiración y fonación, circulación sanguínea, funciones endocrinas y la reproducción (Kubota, 1989).

### **3.3. EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN MASTICATORIA**

Debido a la importancia que tiene el sistema masticatorio con el crecimiento, desarrollo y salud de las personas, es fundamental valorar adecuadamente el estado funcional de éste con el fin de detectar: posibles factores que menoscaben su funcionamiento para poder eliminarlos, evaluar los resultados de intervenciones protéticas, estimar los efectos de la pérdida de dientes o de maloclusiones o con el propósito de conocer cómo evoluciona la masticación a través del crecimiento de los niños. Es por esto, y por el reconocimiento de la importancia de esta fundamental función por parte de la comunidad científica que se ha incrementado el número de investigaciones sobre masticación en los años recientes (Figura 3.2).

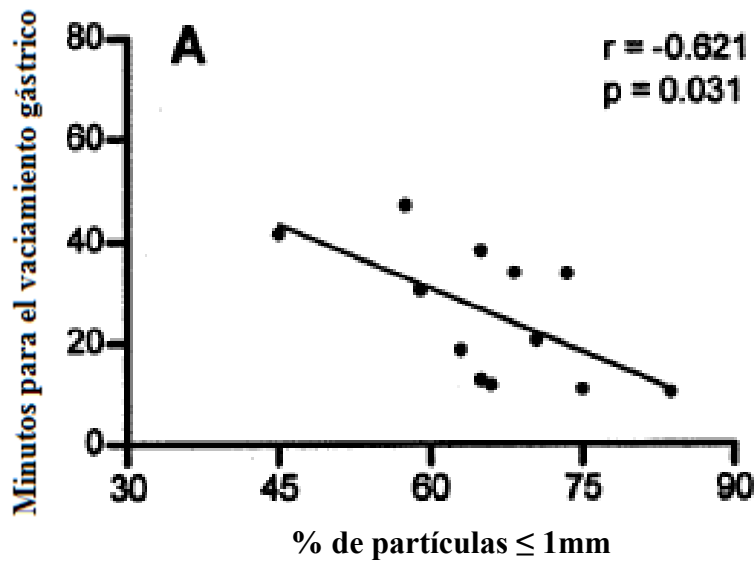


Figura 3.1. Correlación entre el tiempo de vaciamiento gástrico y el porcentaje de partículas de alimento igual o menor a 1mm. La correlación es negativa con un valor de p significativo e indica que a mayor porcentaje de partículas de alimento masticado menor a 1mm menor es el tiempo que necesita el estómago para vaciarse. (Modificado de Pera, et al 2002).

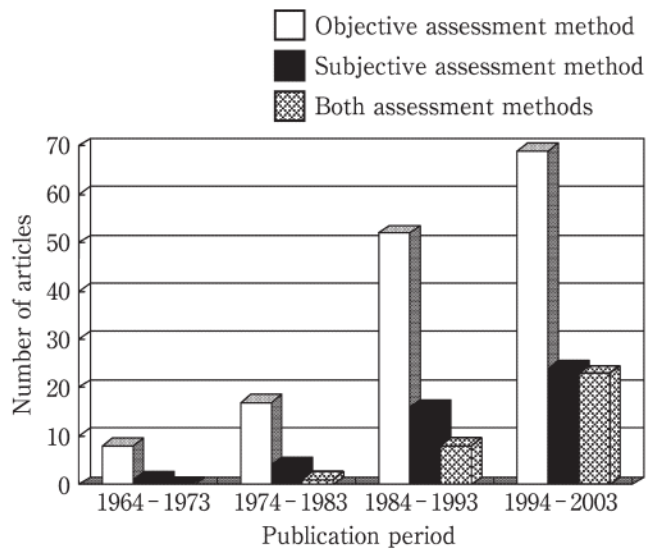


Figura 3.2. Número de artículos publicados sobre la función masticatoria en periodos de tiempo desde 1964 a 2003. Se puede apreciar el creciente interés sobre la función masticatoria y por lo tanto la tasa de aumento en los reportes de investigaciones sobre la misma. Tomado de Katsuhico, et al 2004.

### 3.3.1. Evaluación de la masticación por auto-reporte (subjetiva)

La función masticatoria subjetiva (definida como habilidad masticatoria) ha sido estudiada mediante entrevistas a los sujetos sobre su función oral. Esta evaluación incluye aspectos tales como factores adaptativos y fisiológicos que no pueden ser obtenidos mediante pruebas de trituración de alimentos (Engelen, 2012). Estas entrevistas han sido utilizadas en estudios epidemiológicos para evaluar la función masticatoria. Los estudios que han utilizado esta herramienta reportan, a pesar de la subjetividad misma, el estado funcional de la masticación después de la pérdida de órganos dentales o del uso de prótesis dentales (Agerberg y Carlsson, 1981; Uchida, 1991). La desventaja de los estudios que usan cuestionarios o entrevistas para valorar la función masticatoria es que su validez y repetibilidad pueden ser cuestionadas (Boretti, et al 1995).

### 3.3.2. Pruebas de masticación (desempeño masticatorio, DM)

La evaluación objetiva de la función masticatoria se realiza mediante pruebas de masticación en las que se valora la capacidad de los individuos de fracturar los alimentos. Son empleadas efectivamente cuando se han estandarizado los métodos de medición (Boretti, et al 1995). Así, la función masticatoria se puede describir en términos de la capacidad objetiva de una persona a fragmentar los alimentos sólidos (desempeño masticatorio), es decir, la competencia individual de moler o pulverizar un alimento prueba (Engelen, 2012).

Existe una amplia variedad de métodos para medir el DM tales como la medición del cambio de color de goma de mascar (Ishikawa, et al 2007; Komagamine, et al 2011), evaluación de la pérdida de azúcar de goma de mascar (Heath, 1982), método colorimétrico para evaluar la liberación de pigmento al masticar zanahorias crudas (Käyser y van der Hoeven, 1977), método fotométrico para determinar los cambios en color (Nakasima, et al 1989), escaneo óptico de las partículas de alimento masticadas (van der Bilt, et al 1993) y el método gravimétrico, el cual consiste en determinar el grado de fragmentación del alimento mediante su tamizaje, siendo este último el más comúnmente utilizado para pruebas de DM (Engelen, 2012). Esta técnica fue introducida por Dahlberg en 1942 y por Manly y Braley en 1950. Su principio básico es que cuando la masticación es efectiva, grandes proporciones de alimento prueba fracturado pasarán progresivamente a través de tamices más

pequeños. Los métodos que emplean más de un tamiz proveen información más detallada de la distribución de partículas de alimento masticado (Katsuhiko, et al 2004). Con el fin de obtener un valor que describa el DM de un individuo se ha utilizado la ecuación de Rosin-Rammler. Dicha ecuación ha mostrado ser adecuada para proveer una descripción razonable de la distribución de tamaño de partículas. El peso acumulado del alimento prueba masticado es calculado para cada individuo y a través de la ecuación se obtiene el tamaño medio de partícula (TMP), que es la apertura de un tamiz teórico a través del cual pasa el 50% del peso de las partículas (Olthoff, et al 1984; Lepley, et al 2010). A menor valor del TMP, mejor será el DM.

Se han utilizado para la evaluación del DM alimentos prueba tanto naturales como artificiales. Dentro de los naturales se encuentran los cacahuates, jamón, coco, arroz, zanahorias, almendras y semillas de soya (Katsuhiko, et al 2004) (figura 3.3). La ventaja del alimento natural es que son normalmente consumidos y los sujetos están acostumbrados a ellos, no obstante la consistencia del alimento puede variar por influencias estacionales o geográficas (Riqueto-Gambareli, et al 2007) lo que podría alterar los resultados de las pruebas. Para evitar las variaciones en la consistencia se ha sugerido el uso de materiales artificiales para pruebas de masticación.

En cuanto a los alimentos prueba artificiales utilizados para evaluar la masticación, Dahlberg (1942) enlistó sus requerimientos para ser considerados como ideales (los cuales se consideran hasta la fecha): i: deben parecerse a un alimento ordinario, es decir, no tan fácil de masticar que puedan ser fracturados por los procesos alveolares ni tan difícil que una persona con pobre dentición tenga que ser excluida de una prueba; ii: no deben absorber o disolverse en agua o saliva y deben de fracturarse en tal medida que la fractura pueda ser evaluada; iii: no se debe romper a lo largo de líneas predeterminadas de fractura ni ser duro o pegajoso y iv: deber ser estandarizado, no perecedero y al menos tener un sabor indiferente.

Uno de los materiales artificiales que ha demostrado ser adecuado para pruebas de masticación es el Optosil Comfort® (Heraeus Kulzer), (silicona por condensación) (Slagter, et al 1992), el cual tiene ventajas físicas por ser un material sintético, es fácilmente accesible y se puede producir en porciones idénticas para crear condiciones idénticas en todas las pruebas

Objective analysis (Chewing test)		
Analysis method	Test food	Author and year
Standardized sieve-system	Peanuts, Ham, Coconuts	Manly & Braley 1950 <sup>17)</sup> Yurkstas & Manly 1950 <sup>25)</sup>
	Raw rice	Ishihara 1955 <sup>59)</sup>
	Peanut, Raw carrot	Kapur et al 1964 <sup>26)</sup>
	Optosil	Olthoff et al 1984 <sup>18)</sup> Edlund & Lamm 1980 <sup>19)</sup>
	Optocal	Slagter et al 1993 <sup>65)</sup>
	Almond	Helkimo et al 1978 <sup>21)</sup>
	Cutter Sil	Buschang et al 1997 <sup>62)</sup>
	Soya bean, Peanut	Jiffry 1981 <sup>60)</sup>
	Bagged almond	Mowlana et al 1995 <sup>58)</sup> Al-Ali et al 1999 <sup>30)</sup>
	Carrot	Lucas & Luka 1983 <sup>22)</sup>
	Hydrocolloid impression material	Ohara et al 2003 <sup>24)</sup>

Figura 3.3. Alimentos utilizados para pruebas de desempeño masticatorio, además de los autores que los han usado y el año de su publicación. Modificado de Katsuhiki K, et al 2004.

(Riqueto-Gambareli, et al 2007).

Las porciones estandarizadas del Optosil Comfort® tienen un sabor y olor mínimo, no son afectados por el agua, pueden almacenarse hasta por siete días sin pérdida de la estabilidad dimensional, no presentan líneas de fractura predeterminadas y son fácilmente examinadas después de su masticación (Albert, et al 2003) por lo que son adecuadas para pruebas de masticación y cumplen los requerimientos generalmente aceptados de un material de prueba (Edlund y Lamm 1980).

Varios son los factores que potencialmente afectan el DM. Los más importantes son las restauraciones y pérdida de dientes post-caninos (Yamashita, et al 2000), el número de unidades dentales funcionales (Hatch, et al 2000), la presencia de maloclusiones, con detrimento de la capacidad masticatoria en sujetos con alteración de la oclusión (Owens, et al 2002), los contactos oclusales y el tamaño corporal (Owens, et al 2002, Julien, et al 1996), el sexo y la edad (Julien, et al 1996) y la fuerza oclusal (Fontijn-Tekamp, et al, 2000). Otro factor que podría relacionarse con el DM es el biotipo facial, ya que se ha demostrado que los individuos con cara corta tienen mayores valores de máxima fuerza oclusal (Abu Alhaja, et al 2010), lo que influenciaría la capacidad masticatoria.



### 3.3.3. ASOCIACIÓN DE LA MÁXIMA FUERZA OCLUSAL CON EL DESEMPEÑO MASTICATORIO

La valoración de la máxima fuerza oclusal (MFO) es una importante herramienta que se ha utilizado por mucho tiempo como indicador del estado funcional del sistema masticatorio (Helkimo, et al 1978). Ésta ha sido empleada para evaluar la función oral relacionada con factores oclusales, maloclusión y cirugía oral (van der Bilt, et al 2008), observándose una importante correlación entre el desempeño masticatorio y la MFO (a mayor MFO mejor es el desempeño masticatorio) (Lepley, et al 2010, Okiyama, et al 2003) (Figura 3.4). La MFO ha sido evaluada principalmente en poblaciones adultas, como un medio para determinar las diferencias de la función masticatoria entre pacientes normales y aquellos portadores de prótesis (van der Bilt, et al 2008), o para comparar cualquier alteración que pudiera repercutir en la capacidad masticatoria. En niños, son pocos los estudios donde se evalúa la MFO y se relaciona con el desempeño masticatorio. Aun así, se sabe que la MFO tiene un incremento en sus valores que acompaña al crecimiento de los niños (Braun, et al 1996, Salomé-Marquezin, et al 2013.) (Figura 3.5).

Existen diversos factores que a su vez en forma indirecta pueden modificar la MFO. Uno de estos se relaciona con la forma de la cara, ya que sujetos en edad adulta muestran una clara relación entre las dimensiones verticales del rostro con la MFO. Aquellos con morfología facial larga presentan una menor fuerza de oclusión, comparados con personas con dimensiones verticales disminuidas, esto debido a la disminución del grosor y volumen de los músculos elevadores de la mandíbula (Kiliaridis, et al 1991, Bakke, et al 1992). Una forma de evaluar esta asociación es relacionar las dimensiones vertical y transversal de la cara (al dividir la altura facial entre la anchura facial se obtiene el Índice Facial, el cual, mientras más grande es su valor, más larga es verticalmente la cara) con la MFO, dando por resultado una relación inversamente proporcional, mientras más larga es la cara, el valor de la fuerza de oclusión disminuye (Koç, et al 2011). Sin embargo, la asociación entre estos dos factores no está del todo clara en población infantil, ya que al parecer, en niños y niñas con promedio de 11 años, la morfología facial no tiene

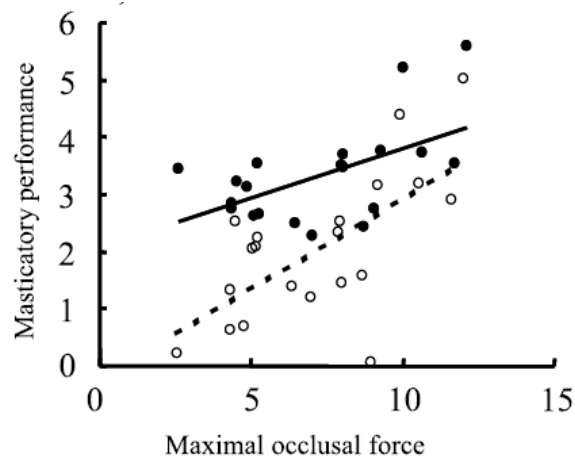


Figura 3.4. Diagrama de dispersión entre la MFO y el desempeño masticatorio. La correlación entre ambas variables es significativa y positiva, a mayor MFO mejor desempeño masticatorio. Los círculos negros representan alimento prueba blando y los blancos duro. La correlación es más fuerte cuando se usa alimento prueba duro, lo que sugiere que la MFO de las personas se ajusta a la dureza de los alimentos masticados. Tomado de Okiyama, et al 2003.

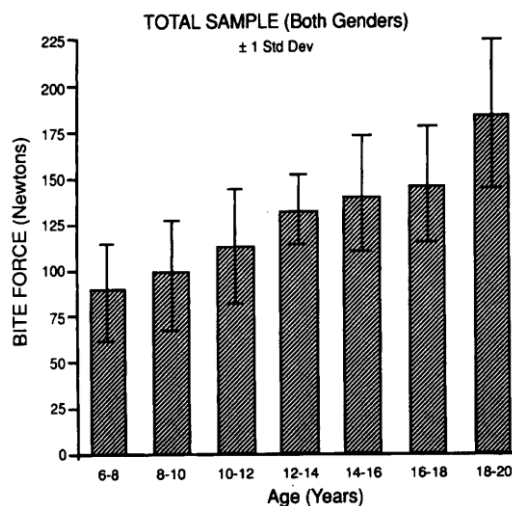


Figura 3.5. Asociación de la fuerza oclusal (Bite force) con la Edad. Se aprecia un aumento sostenido de los valores de fuerza de oclusión con el crecimiento, desde el grupo de niños de 6 a 8 años, hasta el grupo de adultos jóvenes, de 18 a 20 años. Tomado de Braun, et al 1996.

impacto sobre la MFO, o solo lo hace en el sexo femenino, en donde las medidas cefalométricas que indican una cara corta se relacionan con una mayor fuerza de mordida (Ingervall, et al 1997).

Otro factor que tiene injerencia sobre la MFO y que es pertinente valorar en modelos múltiples que explica el desempeño masticatorio es el sexo. Los resultados de múltiples investigaciones en adultos se han mostrado contradictorios ya que algunos estudios indican que existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de la MFO cuando se comparan hombres con mujeres, siendo en los varones donde se presentan los valores más altos de la fuerza de oclusión (Modesto-de-Abreu, et al 2014), distinto a lo reportado por Lepley en 2011 que concluyó que aunque los valores de la fuerza de oclusión fueron más altos en los hombres, la diferencia con las mujeres no era estadísticamente significativa. En niños, al comparar la fuerza oclusal por sexo no se encontraron diferencias en los grupos de 3 a 8 años de edad, sin embargo en el grupo de 9 años los niños presentaron significativamente mayor MFO que las niñas (Mountain, et al 2011, Maki, et al 2001). Debido a estas diferencias es importante evaluar la relación del sexo con la MFO desde edades tempranas y así poder establecer si existen otros factores que influyan sobre la fuerza de oclusión en conjunto con el sexo.

Se ha mencionado que el Índice de Masa Corporal (IMC) también contribuye a establecer el valor de la MFO, no obstante, de la misma forma que otros factores que regularían la fuerza oclusal, los resultados de estudios han variado. Koç et al (2011) reportaron la ausencia de correlación del IMC con la MFO tanto en hombres como en mujeres, a diferencia de lo reportado por Julien (1996) que concluyeron que los adultos con mayor IMC tienen mayor MFO.

La oclusión es un factor que también se relaciona con el nivel de la MFO. En un estudio realizado en prescolares de ambos sexos se dividió a los niños con normoclusión de los que presentaron maloclusión, comparando las medias de la MFO, presentando una media significativamente menor los niños con maloclusiones (Mountain, et al 2011).

Con respecto a las áreas de contacto oclusal (ACO), se ha observado que aquellos sujetos con ACO amplias tienen a su vez mayor fuerza de oclusión en

comparación con individuos con áreas de contacto oclusal pequeñas (Lepley, et al 2011).

Se ha estudiado poco la relación que existe entre el tipo de alimentación con el desempeño masticatorio y cómo afecta la consistencia de los alimentos comúnmente ingeridos por los niños su capacidad para fragmentarlos. Con respecto a este tópico, Nanae y Yoshiike (2011) evaluaron los patrones dietéticos de 45 niños de 5 a 6 años y su asociación con la MFO y reportaron elevadas cifras de fuerza oclusal en niños que comúnmente consumían alimentos fibrosos y vegetales. Por otro lado, Ohira, et al (2012) realizaron un estudio de intervención en niños de 4 a 6 años con oclusión normal, a los que dividieron en dos grupos, uno experimental y uno control. Al experimental le dieron una goma de mascar con la característica de conservar la dureza durante el periodo de masticación, la cual se realizó durante 5 minutos. Esto lo repitieron dos veces al día durante un periodo de 4 semanas. Al final del estudio reportaron que la fuerza de oclusión era significativamente mayor en el grupo de intervención que en el control y que el DM fue mejor en el primer grupo. Estos resultados indican que en niños, a una mayor carga masticatoria la fuerza oclusal aumenta y el desempeño masticatorio mejora.

Aunque existen diversas formas de evaluar la MFO, en la mayoría de los estudios se utilizan transductores de fuerza oclusal (figura 3.6), los que, en su mayoría, reportan las mediciones en Newtons. Existe un transductor de fuerza oclusal portátil con una capacidad de hasta de 1000 N, que es fácil de utilizar, además de tener una adecuada validez y repetibilidad (Braun, et al 1996; Ingervall, et al 1997; Lepley, et al 2011). Este transductor corresponde al GM10 Nagano Keiki, Japan.

#### **3.3.4. ASOCIACIÓN DEL BIOTIPO FACIAL CON EL DESEMPEÑO MASTICATORIO**

Como se mencionó anteriormente, la forma de la cara está relacionada con la fuerza oclusal y por ende con el DM, y ha sido objeto de varios estudios (Sassouni, 1969; Ringqvist, 1973). Se reportan en general tres tipos de morfología facial: la corta, promedio y larga. Se ha encontrado que el promedio de la fuerza oclusal en la región molar es dos veces mayor en los sujetos con



Figura 3.6. Transductor portátil de fuerza oclusal. Es un aparato cómodo y fácil de utilizar y permite evaluar la fuerza de mordida tanto en el sector posterior como en los dientes anteriores. Tomado de Ohira A 2012.

morfología facial promedio que aquellos con cara larga e inclusive las personas con cara corta generan más fuerza oclusal que los individuos mesofaciales (Proffit, et al 1983, Abu Alhaija, et al 2010).

El biotipo facial puede ser evaluado mediante mediciones cefalométricas sobre radiografías laterales de cráneo (Ingervall, et al 1997) lo cual es considerado como el método más válido para conocer las dimensiones de la cara de una persona, aunque existen métodos con una gran exactitud que prescinden de la toma de radiografías y que son muy útiles para el trabajo de campo. Éstos son la determinación de las dimensiones faciales sobre fotografías de los evaluados (Castelo, et al 2008; Koç, et al 2011) o medidas directamente sobre la cara con el auxilio de compases antropométricos de cara y cráneo (Lapunzina, et al 2002) (figura 3.7).

### 3.3.5. ASOCIACIÓN DE LOS CONTACTOS OCLUSALES CON EL DESEMPEÑO MASTICATORIO

El desempeño masticatorio está íntimamente ligado a factores de la oclusión, como son el área, número y localización de los contactos oclusales (Longquan, 2011). Posiblemente la razón por la cual las ACO sean un factor determinante sobre la máxima fuerza oclusal es que permiten buen soporte oclusal que da

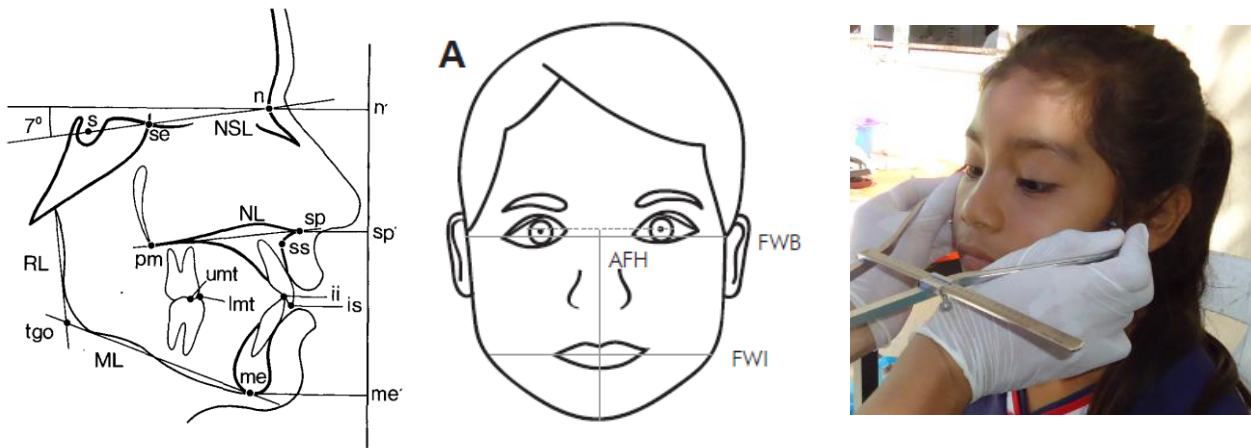


Figura 3.7. Diversas técnicas para evaluar la conformación de la cara. Tomado de Ingervall 2009, Castelo 2008 y fuente propia.

como resultado una mayor actividad de los músculos masticatorios (Bakke, 2006). La fuerza oclusal varía dependiendo de la región en el arco, es significativamente mayor en molares que en premolares o caninos e incisivos (Hattori, et al 2009). Así, mayores áreas de contacto proveen una mejor estabilidad oclusal y por lo tanto una función masticatoria adecuada (Lepley, et al 2011). También se han relacionado los contactos oclusales con el tamaño de los dientes, ya que sujetos con dientes más grandes podrían presentar ACO mayores (Ferrario, et al 2004). Por otro lado, existe evidencia de que el tamaño de los dientes varía en diferentes poblaciones (Smith, et al 2000). Hay factores que pueden modificar los contactos oclusales, como son el tipo de dieta, ya que en un estudio se determinó que los niños con preferencia de una dieta fibrosa presentaban significativamente mayores áreas de contactos que aquellos con dieta blanda (Yamanaka et al 2009) o las maloclusiones en donde se presentan menores contactos oclusales en maloclusiones clase I, II o III que en normoclusiones (Owens et al 2002). Hay diversos métodos para medir los contactos oclusales. Uno de éstos es con un material de impresión a base de silicona el cual se coloca en molares y premolares del arco inferior, pidiendo ocluir en máxima intercuspidación. Posteriormente se escanea el registro y se determinan las áreas funcionales de contacto mediante algún software de medición de imágenes digitales como el image tool, UTHSCSA (figura 3.8) (Owens et al 2002).



Figura 3.8. Registro oclusal a base de silicona escaneado y digitalizado para la posterior determinación de los contactos oclusales. Fuente propia.

### 3.3.6. POBLACIONES DE ESTUDIO

La importancia de considerar la valoración del DM en poblaciones con características diferentes es debido a que los factores determinantes de la masticación podrían variar entre las mismas y, por lo tanto, repercutir en la capacidad de sus pobladores de triturar los alimentos ingeridos.

Una de las poblaciones de nuestro estudio es la perteneciente al grupo etnolingüístico de los mixtecos, habitantes del municipio de la sierra sur llamado Santa María Zacatepec en el distrito de Putla de Guerrero en Oaxaca (Vatant, 2003) (Figura 3.9). Este grupo indígena autodenominado tacuate, es hablante de una variante del dialecto mixteco y se ubica dentro de la etnia Mixteca, compartiendo regularidades sociales, alimenticias, lingüísticas y culturales (Castillo-Cisneros, 2006) (Figura 3.10).



Figura 3.9. Localización de Santa María Zacatepec en el Estado de Oaxaca.



Figura 3.10. Niña de Santa María Zacatepec.



El municipio se considera una localidad con grado de marginación alto, según el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en su evaluación más reciente (Índice de marginación CONAPO 2000) (Figura 3.11). En cuanto al grupo de niños del Distrito Federal, estos pertenecen a la delegación Iztapalapa que está considerada como una zona de muy baja marginación (SEDESOL) (figura 3.12), pero las escuelas donde pertenecen los niños fueron de la colonia Ejército de Oriente y el Paraíso, las cuales están consideradas de muy alta marginación (GOB DF) (figura 3.13). Los niveles de marginación se establecen por las diversas instancias gubernamentales en base a diversos indicadores que incluyen, entre otros, la vivienda, educación, ingresos por trabajo y distribución de la población.

Uno de los factores particulares del grupo mixteco es su alimentación. Se sabe que en un grupo indígena Zapoteca del Valle de Oaxaca, similar a nuestro grupo rural de estudio, la alimentación ha tenido variaciones en los últimos 30 años, ya que en evaluaciones entre 1968 y 1978 la dieta consistía principalmente de maíz, frijol y chile, dieta que para el año 2000 tuvo una diversificación importante ya que aunque los alimentos antes mencionados siguieron siendo la base de la alimentación se incluyeron otros como queso, carne, huevos y otros alimentos procesados (Malina, et al 2007). Los alimentos procesados tienen generalmente una consistencia blanda y por lo tanto necesitan menor esfuerzo muscular para ser masticados. No obstante, el grupo mixteco aún conserva hábitos alimenticios que incluyen alimentos naturales como tortillas de maíz, frijoles, salsa de chile calabaza, quelites variados, cilantro, tallo de yerba santa, frutas como la caña, durazno, manzana, naranja, plátano, mandarina, mango, tuna, chirimoya, aguacate, rábano y otras, además de alimentos de origen animal como huevo, aves de cría para autoconsumo, carne de puerco y res y animales de caza ocasional como venado, armadillo, ardilla, conejo e iguana entre otros (Casas, et al 1987; Katz, 1990; Katz, 1992; Vargas-Montero, et al 1995). Podemos considerar que esta dieta al incluir variadas plantas es fibrosa, y al adicionar alimentos de animales, algunos salvajes y otros de cría no masiva, se vuelve dura. El incluir nutrimentos fibrosos impacta sobre el aparato masticatorio, particularmente en los dientes, ya que los niños con preferencia de este tipo de alimentos muestran áreas de contacto oclusal más amplias en comparación de niños con preferencia de

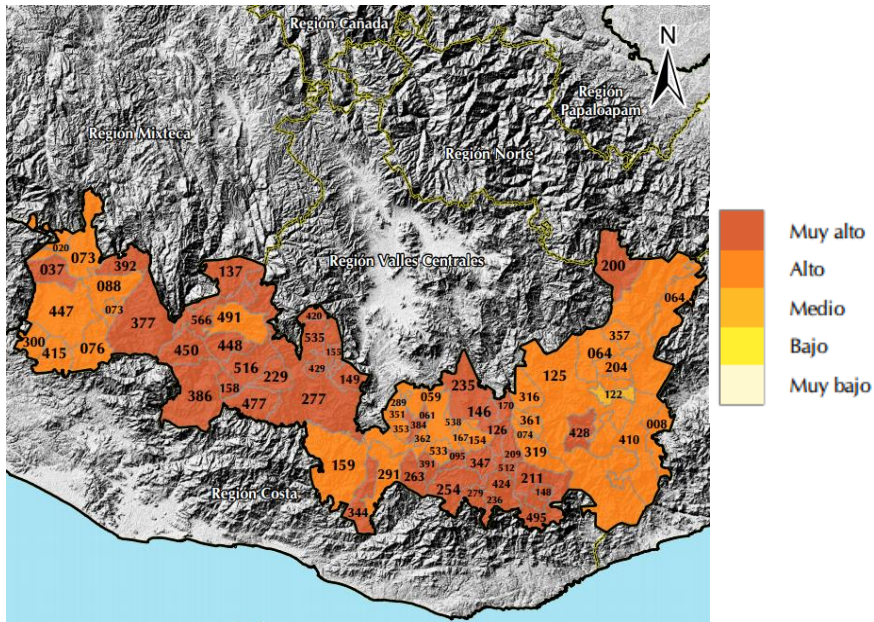


Figura 3.11. Grado de marginación de los municipios de la sierra sur del Estado de Oaxaca. Santa María Zacatepec se encuentra considerado como un municipio de alta marginalidad. En el mapa está representado con el número 447.

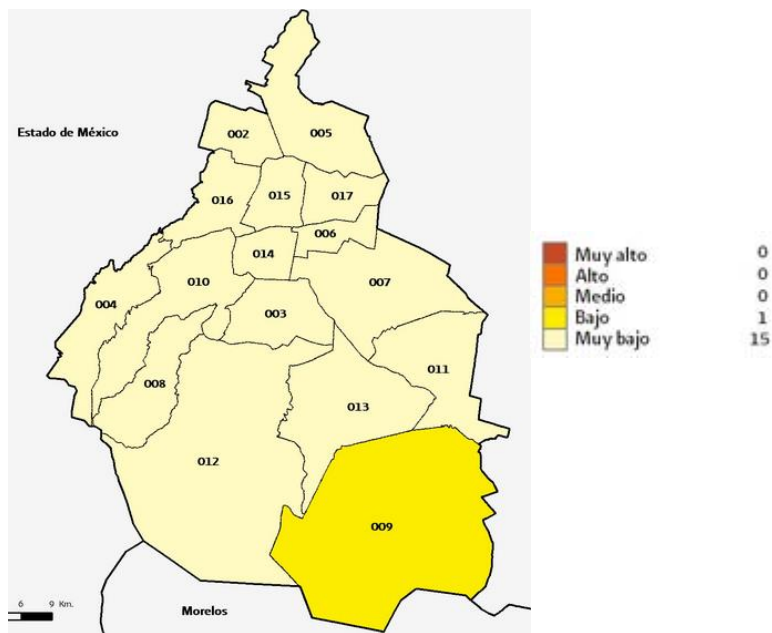


Figura 3.12. Grado de marginación de las Delegaciones del Distrito Federal. Iztapalapa está representada con el número 007 y tiene un grado de marginación muy bajo.

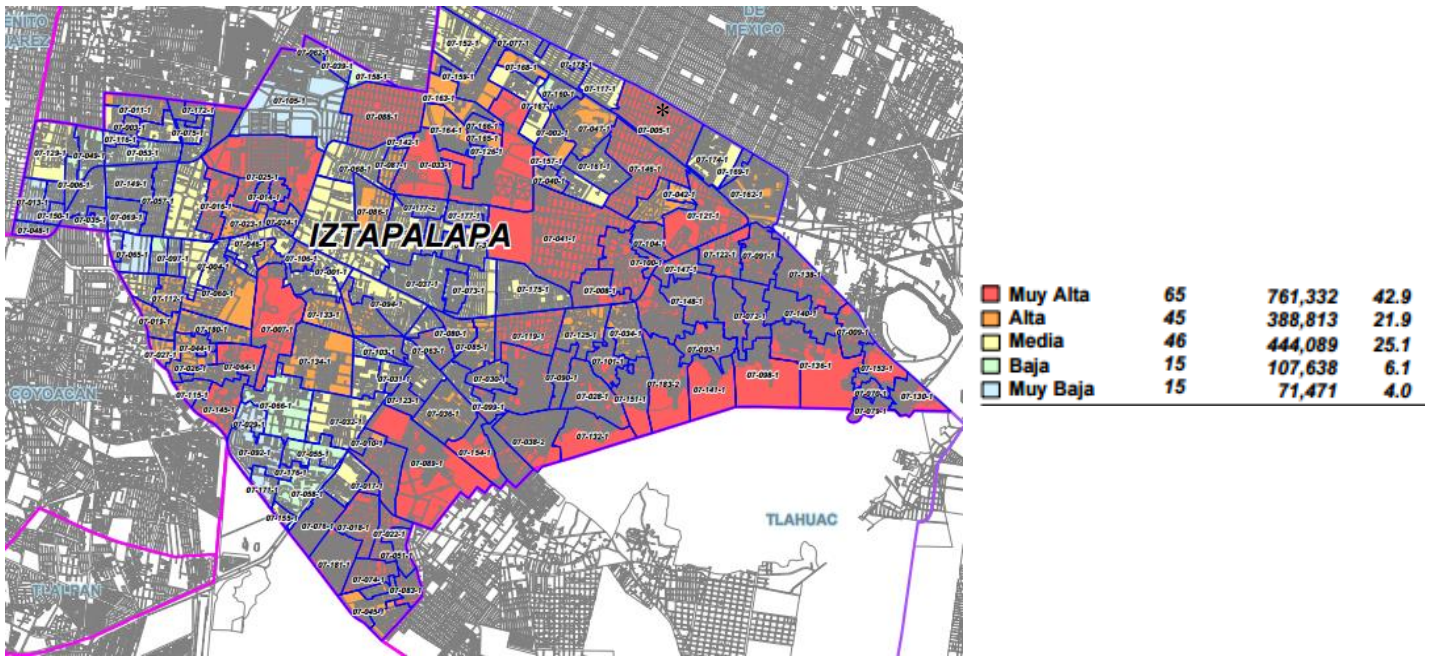


Figura 3.13. Aunque en conjunto la Delegación Iztapalapa está considerada como de baja marginación, las colonias (\*) donde pertenecen los niños del grupo urbano están catalogadas como de muy alta marginación.

dieta blanda (Yamanaka, et al 2009) y, los individuos que tienen áreas de contacto oclusal amplias, muestran un mejor DM y habilidad para mezclar la comida masticada (Owens, et al 2002; Horie, et al 2014).

Por otra parte, la masticación de alimentos duros implica una carga importante sobre los músculos masticatorios, lo cual tiene una correlación positiva con la fuerza de mordida (Ohira, et al 2012; Sato, et al 2011).

A diferencia del patrón de alimentación en los mixtecos, se sabe que los niños del Distrito Federal tienen una dieta basada en el consumo de alimentos con alto contenido de carbohidratos y grasas, comida que es altamente industrializada y procesada (Romero-Velarde, et al 2006) y por lo tanto es más blanda. La comida basada en alimentos blandos a su vez es pobre en fibra y su consumo afectará el sistema masticatorio debido a la pobre demanda sobre la musculatura masticatoria (Orchardson, et al 1998). Una dieta blanda, característica de las poblaciones urbanas, requiere de una masticación menos vigorosa y con el tiempo existirá una hipofunción del sistema masticatorio que repercutirá en la morfología facial, músculos masticadores, dientes, oclusión y sistema neuromuscular (Wright, 2005), con su consecuente alteración en la capacidad para fragmentar los alimentos.

Las variaciones en la dureza de la dieta entre poblaciones también repercuten en la forma del biotipo facial. Se ha encontrado que adultos consumidores de alimentos duros desarrollan una morfología facial diferente a aquellos consumidores de comida blanda (Barbeito-Andrés, et al 2011), lo que a su vez también influenciaría la capacidad masticatoria.

Otro de los factores que pudiera ser diferente entre los niños mixtecos y los del Distrito Federal y que repercutiría en su capacidad de masticar es el biotipo facial. No existen datos antropométricos del cráneo y biotipo facial de los grupos de estudio del presente trabajo, no obstante, Del Sol (2006) estudió el Índice Facial en una población indígena adulta de Chile y encontró que sus valores indicaron una tendencia de los individuos hacia la cara verticalmente corta, es decir, una tendencia a ser braquifaciales. Al ser nuestro grupo mixteco una población indígena la forma de su cara podría ser similar a lo reportado por Del Sol y, como es sabido, las personas con caras verticalmente cortas tienen mayor fuerza de mordida, lo que también repercutiría en su masticación.

Finalmente, es importante tomar en cuenta el aspecto de las variaciones en las distintas poblaciones con respecto a su tamaño corporal. Estudios en poblaciones rurales (Ramos-Rodríguez, 2005) han investigado las relaciones alimentarias con la estatura de los niños y han encontrado que existen deficiencias nutrimentales en éstos comparados con niños del Distrito Federal por lo que concluyeron que las deficiencias son responsables en gran medida del menor tamaño corporal de los menores que viven en comunidades rurales (Figura 3.14). En otro estudio, Malina (2004) evaluó varias dimensiones antropométricas en niños y niñas Zapotecas y sus cambios seculares de 1970 al año 2000. Entre estas mediciones antropométricas estaban la estatura, la altura en posición sentada y la longitud de la pierna y concluyó que tanto en niñas como en niños las tres dimensiones aumentaron en los años de comparación, es decir, niñas y niños del año 2000 son más grandes corporalmente que aquellos medidos en 1970, pero, a pesar de este incremento secular, los niños del Distrito Federal tienen aún un IMC mayor que los niños zapotecas (Malina, et al 2008), por lo que, al ser el DM mejor en sujetos con mayor masa corporal, los niños del Distrito Federal tendrían una ventaja para masticar mejor sobre los niños indígenas (figura 3.15).

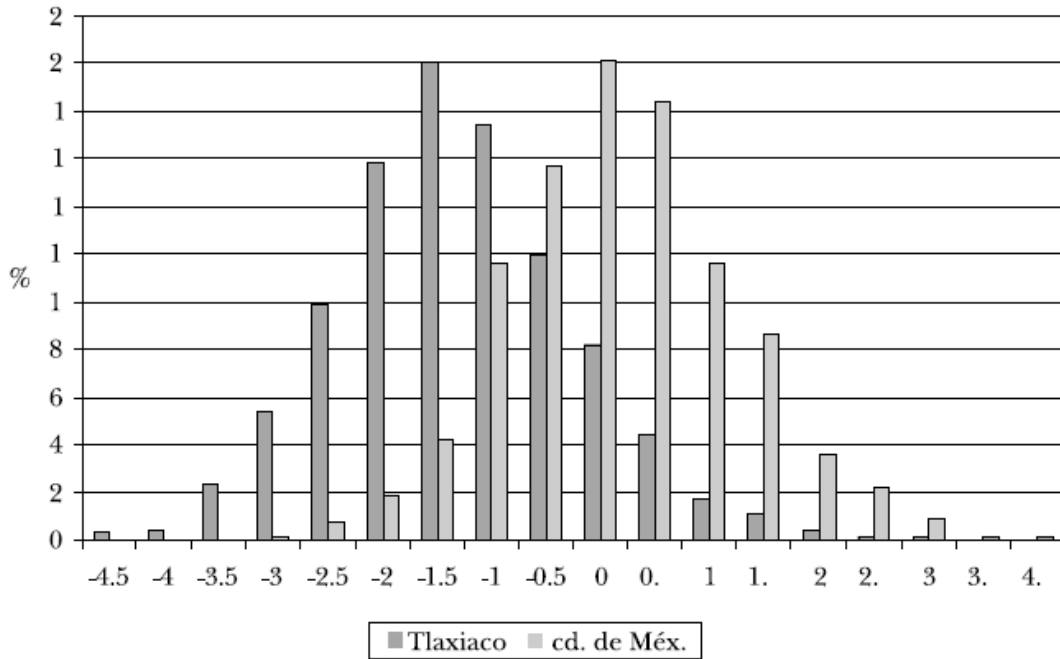


Figura 3.14. La gráfica de barras muestra la diferencia de los valores Z de la estatura de dos poblaciones de individuos en edad escolar, una rural del Estado de Oaxaca y una urbana del Distrito Federal. El promedio de la estatura en la comunidad rural es 1.5 desviaciones estándar menor a la de los niños del Distrito Federal. Tomado de Ramos-Rodríguez RM 2005.

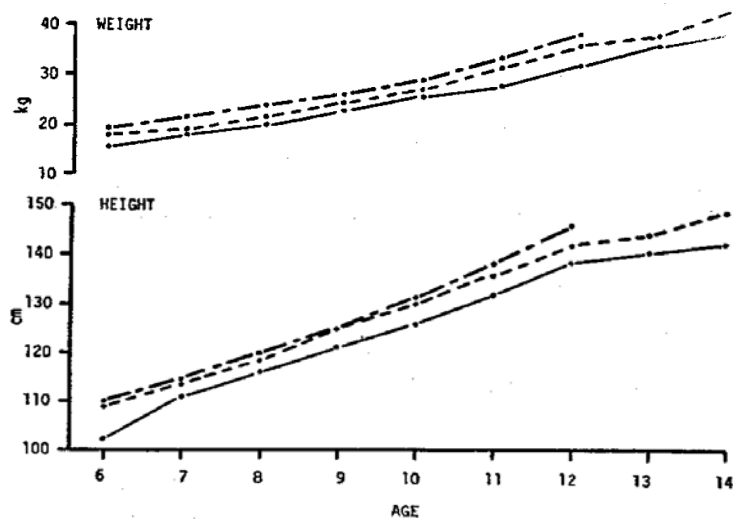


Figura 3.15. Diferencia entre el peso y la talla entre niños de comunidad urbana y niños de comunidad rural. Las líneas superiores representan ambas mediciones en los niños del Distrito Federal y las dos inferiores a niños de comunidades rurales. Tomado de Malina RM 2008.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desempeño masticatorio es la capacidad de un individuo para fragmentar el alimento en pequeñas porciones en un número determinado de ciclos masticatorios. Esta capacidad va a estar influenciada por diversos factores como son el IMC, el biotipo facial, los contactos oclusales, la MFO y probablemente el tipo poblacional, el cual no ha sido considerado dentro de los estudios sobre desempeño masticatorio por lo que su influencia sobre éste es desconocida. La importancia de considerar la variable poblacional radica en que existen distintas costumbres alimenticias y fenotípicas que modificarían la trituración de los alimentos por la masticación. Más específicamente, las poblaciones que habitan en ciudades podrían tener una tendencia a consumir alimentos industrializados, procesados y blandos, a diferencia de aquellas que viven en comunidades rurales, en donde aún se preservan costumbres de ingesta de alimentos más naturales y posiblemente más fibrosos y duros, lo que tendría impacto sobre los factores influyentes del desempeño masticatorio antes mencionados y por consecuencia impactarían en el proceso masticatorio. Factores como la masa corporal, el biotipo facial, los contactos oclusales y la MFO han sido estudiados en poblaciones adultas, lo que ha permitido conocer mejor el funcionamiento de la masticación, es decir, como influyen estas variables en la fragmentación de los alimentos. No obstante estos conocimientos, son limitadas las investigaciones realizadas en poblaciones jóvenes, específicamente en niños, por lo que el funcionamiento masticatorio es poco comprendido en estos grupos etarios.

En este estudio se eligió comparar niños habitantes de la Ciudad de México (considerados con el grupo urbano) y niños Mixtecos del Estado de Oaxaca (grupo rural), debido a que podrían tener diferencias en las variables importantes de la masticación. Así pues, contemplando estos antecedentes nos permitimos plantearnos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál será la relación del biotipo facial, contactos oclusales y máxima fuerza oclusal con el desempeño masticatorio en niños mixtecos del estado de Oaxaca y niños del Distrito Federal de 8 a 10 años de edad?

## V. JUSTIFICACIÓN

Los resultados del presente trabajo permitirán:

1. Tener mayor conocimiento del desempeño masticatorio en niños de 8 a 10 años;
2. Conocer el efecto de las diversas variables evaluadas sobre la masticación;
3. Tener mayor comprensión del papel que juega el factor poblacional sobre la función masticatoria;
4. Generar hipótesis para futuras investigaciones sobre la masticación en niños, inclusive estudios longitudinales donde se pueda comprender mejor la actividad masticatoria.

## VI. OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar la relación que existe entre el biotipo facial, los contactos oclusales y la máxima fuerza oclusal con el desempeño masticatorio en niños mixtecos del Estado de Oaxaca y niños del Distrito Federal de 8 a 10 años de edad.

Objetivos específicos:

- 1) Determinar el biotipo facial, contactos oclusales y máxima fuerza oclusal (variables independientes) en ambas poblaciones.
- 2) Comparar el biotipo facial, contactos oclusales y máxima fuerza oclusal de ambas poblaciones y establecer si existen diferencias significativas en estas variables.
- 3) Evaluar el tamaño medio de partícula a 20 ciclos masticatorios (TMP 20 ciclos) y al umbral de la deglución (TMP umbral) y la amplitud de distribución de partícula a 20 ciclos masticatorios (ADP 20 ciclos) y al umbral de la deglución (ADP umbral) en ambas poblaciones.
- 4) Contrastar los valores de TMP y ADP de las poblaciones y establecer si existen diferencias significativas.
- 5) Correlacionar el biotipo facial, los contactos oclusales y la máxima fuerza oclusal (variables independientes) con el TMP y ADP (variables dependientes) en ambas pruebas.
- 6) Predecir los valores del TMP y ADP por medio de las variables explicativas.



## VII. HIPÓTESIS

El desempeño masticatorio será diferente en niños Mixtecos del Estado de Oaxaca que en niños del Distrito Federal, así como en las variables explicativas biotipo facial, contactos oclusales y máxima fuerza oclusal.

### HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

H<sub>0</sub>: El desempeño masticatorio será igual en niños Mixtecos del Estado de Oaxaca que en niños del Distrito Federal, así como en las variables explicativas biotipo facial, contactos oclusales y máxima fuerza oclusal.

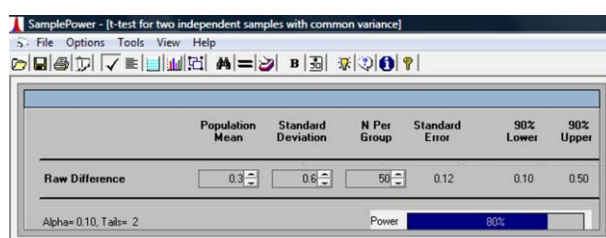
H<sub>1</sub>: El desempeño masticatorio será diferente en niños Mixtecos del Estado de Oaxaca que en niños del Distrito Federal, así como en las variables explicativas biotipo facial, contactos oclusales y máxima fuerza oclusal.

## VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: prospectivo, transversal analítico.

Población de estudio: Niños y niñas de dos poblaciones (315 niños mixtecos de una escuela primaria bilingüe de Santa María Zacatepec, Oaxaca y 630 niños de dos escuelas primarias del Distrito Federal, Delegación Iztapalapa).

Tamaño de muestra: para detectar una diferencia de 0.3mm en TMP a los 20 ciclos masticatorios con una desviación estándar de 0.6mm, alfa de 0.1, poder de 80%, en una prueba de dos colas, se requerían 50 niños por grupo.



La selección de los escolares fue no probabilística, por conveniencia.

Criterios de inclusión:

- Para el grupo de niños mixtecos: originarios del grupo mixteco y que hablen la lengua nativa.
- Para el grupo de niños de Iztapalapa: originarios del Distrito Federal.

Criterios de exclusión:

- Mordida cruzada anterior o posterior.
- Sobremordida clínica horizontal o vertical mayor a 3mm.
- Tendencia franca a Clase II o Clase III molar.
- Lesiones cariosas extensas en molares e incisivos.
- Coronas de acero en molares.
- Dolor a la masticación.
- Movilidad dental de 3<sup>er</sup> grado.
- Tratamiento de ortodoncia u ortopedia previo o actual.
- Malformaciones dento-esqueletales detectables clínicamente.

Criterios de eliminación:

- Negación del niño a continuar con el procedimiento durante las mediciones antropométricas, registro de contactos oclusales, medición de máxima fuerza oclusal o pruebas de desempeño masticatorio.
- Pérdida de más del 5% del material prueba masticado.

Variables:

Independientes:

- Biotipo facial (Índice Facial)
- Contactos oclusales: (a) áreas de contacto oclusal; b) áreas de contacto oclusal cercano; c) áreas de contacto y contacto cercano)
- Máxima fuerza oclusal
- Índice de masa corporal (IMC)
- Número de ciclos masticatorios para llegar al umbral de la deglución
- Duración del ciclo masticatorio en la prueba a los 20 ciclos masticatorios y al umbral de la deglución
- Población

Dependientes:

- Tamaño medio de partícula (20 ciclos masticatorios y al umbral de la deglución)
- Amplitud de distribución de partícula (20 ciclos masticatorios y al umbral de la deglución)

TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN Y ESCALA DE MEDICIÓN DE VARIABLES:

Variables independientes	Definición	Operacionalización	Escala de medición
Biotipo facial (Índice facial)	Estimación de la conformación de la cara al relacionar su altura respecto a su anchura.	Valor obtenido mediante el índice facial. Altura facial total (nasion-gnation) / Anchura facial (zygion-zygion).	Continua

Contactos oclusales.	Contactos funcionales de los pares oclusales.	Área de contacto oclusal del registro a base de polivinilsiloxano (Imprint Bite) establecida mediante su escaneo y evaluación por software. Se divide en áreas de contacto (AC) (0-50 micras de espesor del registro oclusal), áreas de contacto cercano (ACC) (51-350 micras) y áreas de contacto y contacto cercano (ACCC) (suma de las dos primeras).	Continua Milímetros <sup>2</sup>
Máxima fuerza oclusal.	Fuerza de oclusión en máximo esfuerzo ejercido por primeros molares permanentes e incisivos permanentes.	Promedio de los dos valores máximos de 6 pruebas aplicadas en primeros molares permanentes (3 del lado derecho y 3 del lado izquierdo) y promedio de los dos valores máximos de 4 pruebas en incisivos.	Continua (Newtons)
Índice de masa corporal.	Asociación del peso en kilogramos con la altura en metros de un individuo para estimar su masa corpórea.	Valor obtenido al dividir el peso (kg) entre la altura <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ) de los niños evaluados.	Continua
Población.	Conjunto de individuos que comparten un área o espacio geográfico para su vivienda.	Diferenciación poblacional de niños mixtecos de Oaxaca y niños de Iztapalapa, Distrito Federal.	Nominal Niños Mixtecos / Niños del Distrito Federal
TMP 20 ciclos.	Es el tamaño de un tamiz teórico en el que	Cálculo matemático determinado por la ecuación	Continua Milímetros

	quedarían el 50% del alimento prueba fracturado a los 20 ciclos masticatorios.	de Rosin-Rammler del valor en cual el 50% del alimento prueba masticado posee un tamaño superior y el otro 50% un tamaño inferior en la prueba a los 20 ciclos masticatorios.	
TMP umbral	Es el tamaño de un tamiz teórico en el que quedarían el 50% del alimento prueba fracturado al umbral de la deglución.	Cálculo matemático determinado por la ecuación de Rosin-Rammler del valor en cual el 50% del alimento prueba masticado posee un tamaño superior y el otro 50% un tamaño inferior en la prueba al umbral de la deglución.	Continua Milímetros
ADP 20 ciclos.	Valor que representa la distribución de las partículas en los distintos tamices en la prueba a los 20 ciclos masticatorios.	Cálculo matemático determinado por la ecuación de Rosin-Rammler que establece la distribución de las partículas en los distintos tamices en la prueba a los 20 ciclos masticatorios.	Continua
ADP umbral.	Valor que representa la distribución de las partículas en los distintos tamices en la prueba al umbral de la deglución.	Cálculo matemático determinado por la ecuación de Rosin-Rammler que establece la distribución de las partículas en los distintos tamices en la prueba al umbral de la deglución.	Continua
Duración de ciclo masticatorio	Tiempo que transcurre entre el inicio y el final de un ciclo masticatorio.	Tiempo promedio de cada ciclo masticatorio (máximo cierre a siguiente máximo	Continua Segundos

TMP y ADP).		cierre) de los niños, medido con cronómetro.	
Número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución.	Total de ciclos masticatorios requeridos por un sujeto para deglutir un alimento.	Conteo total de ciclos masticatorios realizados por un niño desde que comienza a masticar el alimento prueba artificial hasta que indica que éste está listo para ser deglutido.	Discreta Número de ciclos masticatorios

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### EVALUACIÓN DEL BIOTIPO FACIAL

Se obtiene a partir de la medición de dos planos antropométricos (figura 8.1). El primero de ellos es la altura facial, medida del punto Nasion (punto en tegumentos donde se unen los huesos nasales con el frontal) al punto Gnation (punto más inferior del margen del cuerpo mandibular sobre el plano medio sagital). Este plano es medido con un calibrador de corredera tipo Vernier (Digital Caliper, Duratool D00352, figura 8.2) el cual tiene una consistencia mayor de 0.90 en sus mediciones. El segundo plano es la anchura de la cara medido de los puntos Zygon derecho a Zygon izquierdo (Zygon es el punto más lateral del arco zigomático). Este plano es evaluado con el uso de un compás antropométrico de ramas curvas y puntas romas, el cual tiene una consistencia entre sus mediciones mayor a 0.90 (Figura 8.3). Con los valores de ambos planos se obtiene el Índice Facial (IF), el cual refleja las proporciones vertico-transversales de la cara de un niño. Para estimar el IF se divide el valor de la altura facial entre la anchura de la cara ( $IF = \text{altura facial total} / \text{anchura de la cara}$ ). Conforme aumenta el valor del IF, aumenta la proporción vertical de la cara, es decir valores aumentados indican caras largas y valores disminuidos caras cortas.

#### **Estandarización en la medición de altura facial y anchura de la cara:**

Previo a la recolección de datos, se realizó una estandarización del investigador para la correcta medición de la altura facial y la anchura de la cara.

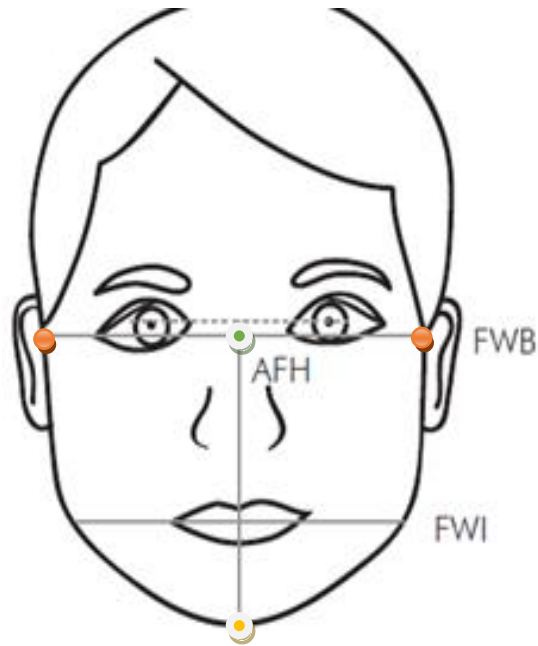


Figura 8.1. Puntos para la evaluación de la altura y anchura de la cara. El punto verde simboliza la localización de Nasion (Na). El amarillo la ubicación de Gnation (Gn). Los rojos, ambos a Zygion derecho y Zygion izquierdo (Zy).



Figura 8.2. Calibrador de corredera utilizado para la medición de la altura facial.

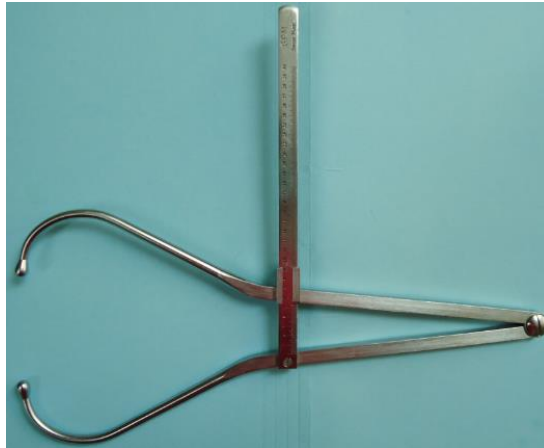


Figura 8.3. Compás antropométrico de ramas curvas y puntas romas, utilizado en la medición de la anchura facial.

Se tomó como estándar de oro a una experta en antropología física del Instituto Nacional de Antropología e Historia. La estandarización se llevó a cabo en 10 sujetos. Debido a que ambos planos tienen escala continua, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase para evaluar la consistencia de valores entre la experta y el investigador. La consistencia interobservador (experta/investigador) fue: altura facial de 0.995 y anchura facial de 0.998. La consistencia intra observador fue: altura facial de .981 y anchura facial de .993. Luego de determinar que el investigador estaba estandarizado en las mediciones antropométricas de la cara se procedió al levantamiento de los datos.

Las mediciones se realizaron con el niño sentado cómodamente y a la luz natural. Para la medición de la altura facial se le pide al menor ocluir los arcos dentales, se localizan con las yemas de los dedos los puntos Nasion y Gnasion y se procede a medir. Al medir la anchura facial, se coloca la cabeza del niño alineada a la espalda, se localizan los puntos Zygion de ambos lados con las puntas del compás antropométrico y se registra la medición.

### **EVALUACIÓN DE ÁREAS DE CONTACTO OCLUSAL**

Se evalúan mediante el registro oclusal de los niños con un material de impresión dental a base de silicón por adición (Imprint Bite) (figura 8.4). Este material es preparado de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Previo a su colocación en boca, se enseñó al niño a ocluir en máxima intercuspidación, hasta cerciorarse que lo hiciera adecuadamente. Una vez entrenado el





Figura 8.4. Obtención de los registros oclusales de los niños. El silicón es manejado conforme a las instrucciones del fabricante. Una vez endurecido el material se recupera de boca, para posteriormente ser procesado en la valoración de los contactos oclusales.

menor se procedió a colocar el Imprint Bite abarcando la cara oclusal de primeros molares permanentes inferiores y la cara oclusal de primer y segundo molar temporal o premolares inferiores de ambos lados, pidiendo que ocluyera y mantuviera firme la oclusión hasta haber polimerizado el material, el cual fue retirado delicadamente de boca, desinfectado, etiquetado y almacenado para su posterior procesamiento.

Los registros obtenidos se digitalizan por medio de un escáner (HP scanjet), escaneando el lado oclusal de los molares inferiores. La imagen digitalizada se importa al programa Image Tool (UTHSCSA), se convierte a escala de grises y, previa calibración espacial, se trazan las áreas de contacto (0 a 50 micras de espesor) y áreas de contacto cercano (51 a 350 micras de espesor). Se valora el espesor del material de registro oclusal con la ayuda de la construcción de una cuña de silicón por adición de espesor conocido (incrementos de 50 micras, desde 50 hasta 350) que posteriormente es escaneada y digitalizada con el mismo escáner. Una vez obtenida su imagen digital, ésta es convertida a escala de grises con el mismo programa. La tonalidad de la imagen de cada espesor conocido de la cuña fue la guía para conocer el espesor del material del registro oclusal.

En 2002 Owens estimó la correlación entre el espesor del material de registro oclusal y el valorado con la imagen digital en el software Image Tool, determinando que esta técnica tiene una adecuada validez (correlación entre las mediciones  $r = 0.944$ ).

## **EVALUACIÓN DE LA MÁXIMA FUERZA OCLUSAL EN MOLARES E INCISIVOS PERMANENTES**

Estas variables se registraron con el uso de un transductor de fuerza portátil (GM10 Nagano Keiki, Japan) que reporta los resultados en Newtons (figura 8.5). La punta de trabajo del transductor se coloca sobre los primeros molares permanentes para evaluar la fuerza de molares. Se realizan tres mediciones de fuerza en primeros molares permanentes derechos y tres mediciones sobre primeros molares permanentes izquierdos, pidiendo al niño hacer su mayor esfuerzo al ocluir. Las dos mediciones mayores, independientemente del lado en que se hayan obtenido, son promediadas y el resultado se considera como el valor de máxima fuerza oclusal molar. Para registrar la fuerza de oclusión en incisivos permanentes se coloca la punta de trabajo del transductor sobre sus bordes incisales y se pide al niño hacer su mayor esfuerzo de oclusión. Se realizan cuatro pruebas y el promedio de los dos valores máximos se considera como máxima fuerza oclusal en incisivos. El sensor de fuerza oclusal lleva un protector plástico desechable el cual protege a los dientes del niño y al sensor. Se utiliza un protector para cada niño.

**Repetibilidad de las mediciones de máxima fuerza oclusal en molares e incisivos permanentes:** Se realizaron pruebas de repetibilidad intrasujeto por parte del investigador sobre 5 individuos. A cada uno se le calculó su máxima fuerza oclusal de molares del lado derecho e izquierdo y sobre incisivos permanentes en dos ocasiones distintas con un intervalo de 5 días para evaluar la correlación de las mediciones mediante análisis de correlación intraclase. La medición de molares derechos presentó una correlación de 0.903. La correlación de fuerza oclusal en molares izquierdos fue de 0.912. Por último, la repetibilidad de mediciones en incisivos presentó una correlación intraclase de 0.889.

## **ELABORACIÓN DEL ALIMENTO PRUEBA ARTIFICIAL PARA PRUEBAS DE DESEMPEÑO MASTICATORIO**

Para la elaboración del alimento prueba artificial se utilizó silicón por condensación (Optosil® Comfort, Heraeus Kulzer), siguiendo un protocolo estandarizado (Albert et al, 2003). El primer paso de la fabricación del alimento fue tomar una medida de silicón pesado, el cual posteriormente es mezclado de forma manual con 30mm de activador universal en gel por 30 segundos (figura



Figura 8.5. Transductor de fuerza oclusal portátil. Para registrar la máxima fuerza oclusal se coloca la punta de trabajo en los primeros molares permanentes o en el borde de incisivos permanentes. La fuerza oclusal es reportada en Newtons.

8.6). Posterior al mezclado, el silicón es vaciado en una plantilla de acrílico con perforaciones circunferenciales de 5mm de espesor y 20mm de diámetro (figura 8.7) y prensado manualmente sobre papel encerado. El silicón es retirado de la plantilla en forma de tabletas, luego de 30 minutos de haber sido colocado. Cinco horas después de elaborado el alimento prueba artificial se revisó la dureza de las tabletas con el uso de un durómetro digital PTC 211 tipo A (figura 8.8), el cual es el indicado para medir la dureza de silicones. La punta de trabajo del durómetro es colocada firmemente en cinco puntos de una tableta de silicón (centro y cuatro puntos a los extremos). En cada uno de los puntos se obtiene un valor de dureza. El valor de dureza de cada tableta es el promedio de las cinco mediciones. Éstas debían tener una dureza de 62 a 65 unidades shore A para ser consideradas adecuadas como alimento prueba artificial. El investigador se estandarizó adecuadamente en la elaboración del alimento prueba artificial con Optosil® Comfort (9 de cada 10 tabletas con la dureza adecuada). Las tabletas con dureza adecuada son cortadas en cuartos. Se preparan bolsas con cierre hermético con quince cuartos de tableta cada una, a la cual se le registra la fecha en que se elaboró el alimento prueba artificial, su peso (7.4 gr en promedio) y su dureza.

### **EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MASTICATORIO**

Con el niño sentado en una silla sin cabezal se dieron  $\frac{3}{4}$  de la tableta de Optosil antes del registro de trabajo con el fin de que se familiarizara con el sabor, pidiéndole que lo masticara como un alimento común, posteriormente lo escupiera y se enjuagara la boca con agua. Para el primer registro de DM, se comienza con la prueba al umbral de la deglución. Se les dio a masticar  $\frac{3}{4}$  de



Figura 8.6. Optosil® Comfort. Este silicón es un material frecuentemente utilizado para la realización de pruebas objetivas de desempeño masticatorio.

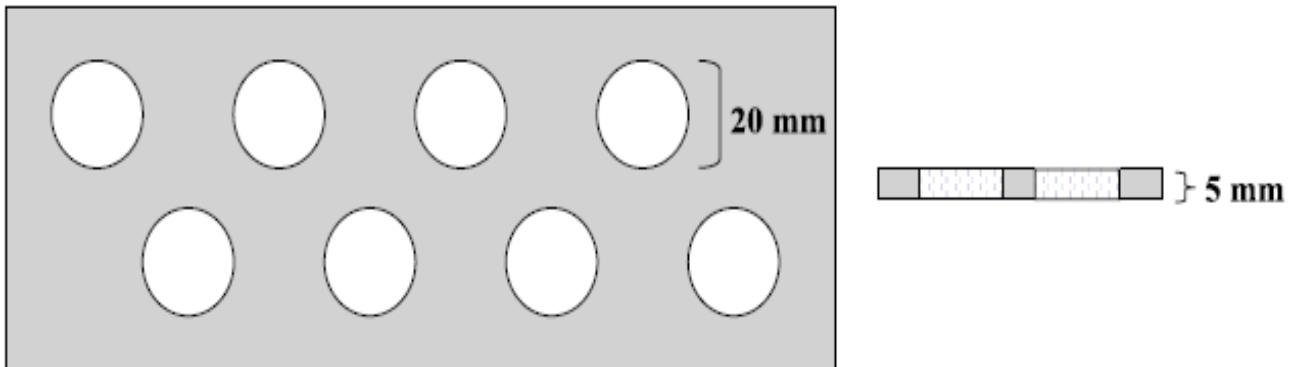


Figura 8.7. Plantilla para la elaboración de alimento prueba artificial. Las perforaciones tienen medidas estandarizadas, ampliamente aceptadas para fabricar alimento prueba artificial. (Tomado de Albert et al. 2003).



Figura 8.8. Durómetro para silicona. Para evaluar la dureza de una tableta de silicón se realizan 5 mediciones en ella (una en el centro y cuatro en las orillas). El promedio de las 5 mediciones se considera la dureza de la tableta.

tableta de Optosil sin restricción de lado hasta el momento que sintieran que estaban listos para deglutirlo, momento en el cual se les pidió escupir el material en un filtro de papel, enjuagándose exhaustivamente con agua hasta obtener todas las partículas de la cavidad bucal. Se realizó una revisión de la cavidad bucal para tener la certeza de que no quedarán partículas del alimento prueba entre secuencia y secuencia.

Para la prueba de 20 ciclos masticatorios se realizó el mismo procedimiento, solo que la masticación se interrumpió a los 20 ciclos, pidiéndole al niño escupir y enjuagarse bien. Las dos pruebas tuvieron 5 repeticiones hasta obtener aproximadamente 7.4 grs de Optosil (15/4 de tableta).

La duración de cada ciclo fue calculado como la duración total de las cinco pruebas medidas con cronómetro (excluyendo periodos de descanso) dividido por el número de ciclos contados por el investigador (5 veces por 20 ciclos cada uno = 100 en el caso de 20 ciclos; o entre la suma del número de ciclos al umbral en el caso de la prueba al umbral).

**Procesamiento del material masticado.** Las partículas de cada prueba (15 cuartos de tableta) junto con el filtro de papel fueron secados a temperatura ambiente durante 24 horas. Las partículas fueron pasadas y separadas por 7 tamices con aperturas de 5.6 mm, 4.0 mm, 2.8 mm, 2.0 mm, 0.85 mm, 0.425 mm y 0.25 mm sobre un vibrador dental No. 200 Extra-Heavy (Buffalo Dental Manufacturing Co., Inc.) durante dos minutos. Una vez que la muestra fue

vibrada, el contenido de cada tamiz se pesó en una báscula con precisión de 0.0001 gramos. Se calcularon los porcentajes de peso en cada tamiz. En base a estos porcentajes se calculó el tamaño medio de las partículas (medida de tendencia central) y la amplitud de la distribución de las partículas utilizando la ecuación de Rosin-Rammler, para cada individuo:

$$Q_w = 100 [1 - 2 - (x/x_{50})^b]$$

donde  $Q_w$  es el porcentaje de peso de las partículas con un diámetro más pequeño que  $x$  (la máxima apertura de tamiz). El tamaño medio de las partículas ( $x_{50}$ ) es la apertura del tamiz teórico a través de la cual pasa el 50% del peso y “ $b$ ” es una medida sin unidad que describe la amplitud de la distribución de las partículas (similar al rango). Los valores de “ $b$ ” aumentados corresponden a curvas del porcentaje de peso acumulado con pendientes más inclinadas y por lo tanto distribuciones de las partículas menos amplias.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se reporta la estadística descriptiva para el número de participantes por grupo, edad y las variables consideradas. Posteriormente se determina la normalidad de los datos de las variables y dependiendo del resultado se aplicaron pruebas de comparación de dos grupos ( $t$  de Student o  $U$  de Mann-Whitney). Se realizaron correlaciones entre las variables independientes con el TMP y la ADP al umbral y 20 ciclos. Finalmente las variables con valores significativos en las correlaciones fueron incluidas en modelos de regresión lineal múltiple.

## IX. RESULTADOS

La muestra final se compuso de 52 escolares de la Delegación Iztapalapa, Distrito Federal (28 niñas y 24 niños) y 53 escolares mixtecos del Estado de Oaxaca (32 niñas y 21 niños). La distribución por edad y sexo se describe en la Tabla 9.1. No existieron diferencias significativas de proporciones de sexo entre los grupos.

Previo reporte de estadísticos descriptivos se realizaron pruebas de normalidad con el fin de establecer qué medida representa mejor a los datos de las poblaciones (media y desviación estándar para datos con distribución normal y mediana y rango intercuartil para datos con distribución no normal), además de determinar la prueba de contraste de grupos adecuada (t de Student para distribución normal o U de Mann Whitney en caso contrario). Los resultados se muestran en la tabla 9.2.

No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables por sexo por lo que solo se reportan las diferencias entre grupos.

**Índice facial.** Con respecto a las mediciones para evaluar el IF, las medidas fueron similares en la altura facial en ambos grupos, ya que tuvieron medias de  $107.54 \pm 5.58$  mm el de Iztapalapa y  $107.18 \pm 5.52$  el de Oaxaca sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). La anchura de la cara fue ligeramente mayor en los niños de Iztapalapa ( $129.59 \pm 4.52$  vs.  $127.60 \pm 4.60$ ,  $p = 0.029$ ). Los valores del IF fueron ligeramente mayores en la población de niños Mixtecos ( $0.8433 \pm 0.04$  vs.  $0.8302 \pm 0.04$ ) pero la diferencia no fue significativa ( $p > 0.05$ ) (Figura 9.1).

**Índice de masa corporal.** Las variables necesarias para evaluar el IMC, talla y peso, fueron mayores en la población de niños del Distrito Federal. La media de la talla fue de  $140.73 \pm 9.82$  cm en los niños de Iztapalapa y  $128.98 \pm 7.28$  cm en los de Oaxaca ( $p < 0.000$ ) (8.35% mayor en Distrito Federal). La mediana del peso fue de 37.5 con un rango intercuartil de 14.2 en Iztapalapa y 28.1 con rango intercuartil de 9.95 en Oaxaca ( $p < 0.000$ ) (25% mayor en Distrito Federal). Sin embargo, aunque ambas variables fueron mayores en la población urbana, el índice de masa corporal fue similar en ambos grupos poblacionales (mediana 17.80, rango intercuartil 3.42 en Iztapalapa vs. mediana 17.03, rango intercuartil 3.34 en Oaxaca,  $p > 0.05$ ) (Figura 9.2).

Tabla 9.1: Distribución de edad por sexo y localidad.

Edad (años)	D.F. Iztapalapa		Oaxaca	
	Niñas	Niños	Niñas	Niños
8	5	6	13	6
9	12	9	9	9
10	11	9	10	6
Total	28 (54.9%)	23 (45.1%)	32 (60.4%)	21 (39.6%)
$\bar{x}$ =media edad	$\bar{x}$ = 9.2	$\bar{x}$ = 9.2	$\bar{x}$ = 8.9	$\bar{x}$ = 9.0

$\chi^2$  de Pearson para sexo y localidad  $p= 0.572$

Tabla 9.2. Determinación de la normalidad de los datos usando la prueba Kolmogorov-Smirnov. Los datos con  $p > 0.05$  se consideran como distribuidos normalmente.

Variable	Localidad (valor de p)	
	Iztapalapa	Oaxaca
Altura Facial	0.071	0.200
Anchura de la Cara	0.200	0.189
Índice Facial	0.200	0.079
Talla	0.200	0.159
Peso	0.200	0.028
Índice de Masa Corporal	0.151	0.003
MFO	0.200	0.200
Fuerza Incisal	0.200	0.200
Áreas de contacto oclusal	0.00	0.000
Áreas de contacto oclusal cercano	0.014	0.010
Áreas de contacto y contacto cercano	0.002	0.070
TMP 20 ciclos	0.017	0.200
ADP 20 ciclos	0.000	0.045



TMP Umbral	0.200	0.000
ADP Umbral	0.002	0.003
Duración Ciclo (20c)	0.200	0.061
Duración Ciclo (Umbral)	0.016	0.172

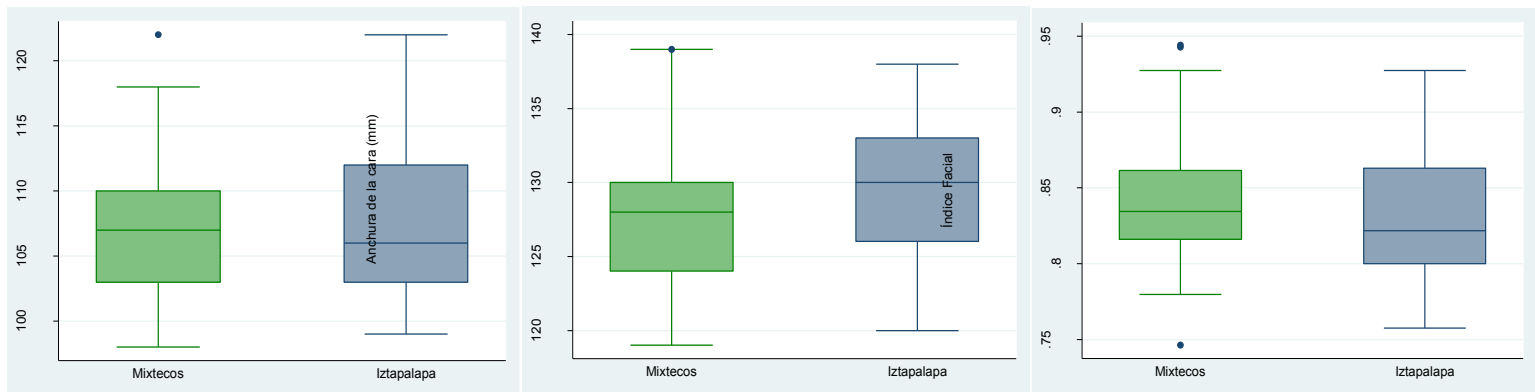


Figura 9.1. Comparación entre los grupos de la altura facial, anchura de la cara e Índice facial. Existieron diferencias significativas en el valor de la anchura de la cara pero no en el del Índice facial.

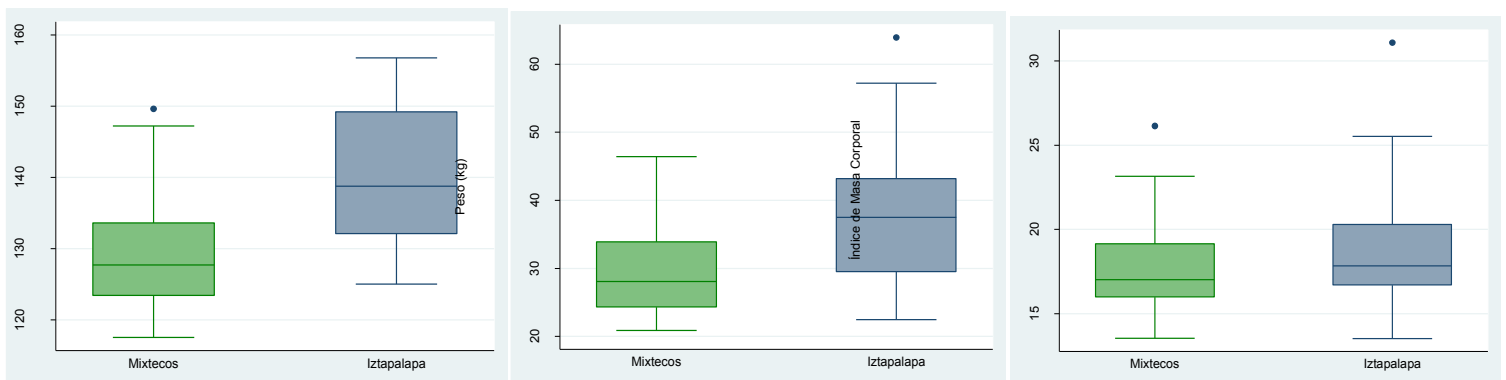


Figura 9.2. Diferencias de las variables talla, peso e IMC en las poblaciones de estudio. Aunque la talla y el peso son mayores en los niños de Iztapalapa, las diferencias no son significativas en los valores de IMC.

**Máxima fuerza oclusal.** En cuanto a la MFO, los valores fueron muy superiores en los niños Mixtecos de Oaxaca, ya que la media de esta variable fue de  $591.71 \pm 106.48$  Newtons, en contraste con la media de niños de Iztapalapa que fue de  $518.61 \pm 121.72$  Newtons ( $p=0.02$ ). También la fuerza incisal se mostró mayor en los niños Mixtecos, aunque la diferencia no es tan amplia como en la fuerza oclusal. Los niños mixtecos tuvieron una media de fuerza incisal de  $168.08 \pm 60.84$  Newtons, comparada con una media de  $151.59 \pm 52.46$  Newtons en los niños de Iztapalapa ( $p>0.05$ ) (Figura 9.3).

**Áreas de contacto oclusal.** En la evaluación de las AC, el valor de la mediana del grupo Mixteco fue de  $3.86\text{mm}^2$  y un rango intercuartil de 3.25, superior a la mediana mostrada por el grupo de niños de Iztapalapa que fue de  $2.01\text{mm}^2$  con rango intercuartil de 1.53. La diferencia de esta variable fue estadísticamente significativa ( $p<0.000$ ). Las ACC fueron igualmente mayores en los niños Mixtecos ya que la mediana en este grupo fue de  $24.42\text{mm}^2$  con rango intercuartil de 15.22, en contraste con el de Iztapalapa donde la mediana tuvo valor de  $21.38\text{mm}^2$  con rango intercuartil de 10.58, no obstante las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p>0.05$ ). Las ACCC (suma de las áreas de contacto oclusal con las áreas de contacto oclusal cercanas) fueron mayores en los niños Mixtecos en comparación con los de Iztapalapa (mediana de  $29.04\text{mm}^2$  con rango intercuartil de 17.06 y mediana de  $23.53\text{mm}^2$  con rango intercuartil de 11.41, respectivamente). La diferencia en esta variable fue estadísticamente significativa ( $p=0.047$ ) (Figura 9.4).

**Ciclos masticatorios.** Se utilizaron medianas para describir los datos en las poblaciones del número de ciclos masticatorios necesarios para el umbral de la deglución, observando que los niños Mixtecos utilizaron más ciclos para preparar el alimento prueba. La mediana fue de 50.80 ciclos con rango intercuartil de 28.1 en la población Mixteca y de 39.2 ciclos con rango intercuartil de 24.1 en la población del Distrito Federal. Las diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p=0.003$ ) ya que los niños Mixtecos en promedio realizan 11 ciclos masticatorios más que los niños del Distrito Federal (Figura 9.5).

**Tamaño medio de partícula.** El TMP en la prueba de 20 ciclos masticatorios mostró valores mayores en los niños de Iztapalapa, ya que la mediana en esta población fue de 3.12mm con rango intercuartil de 1.50, comparado con el valor

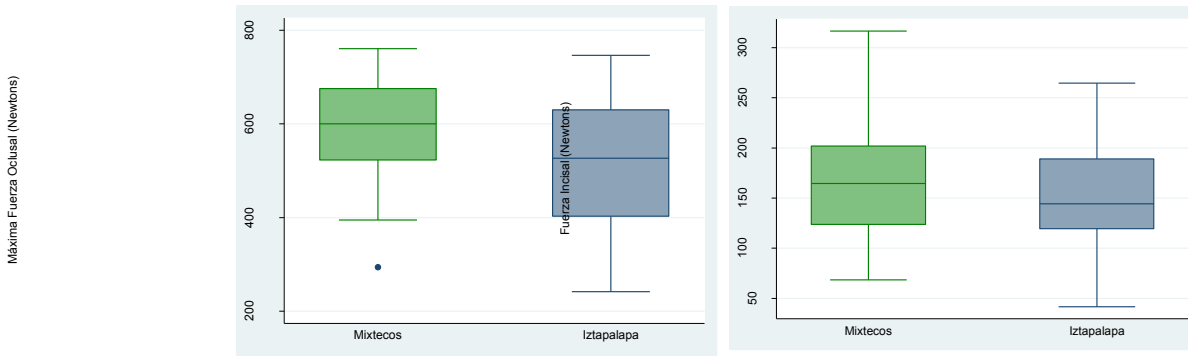


Figura 9.3. Comparación de la Máxima Fuerza Oclusal y fuerza incisal entre los grupos de estudio.

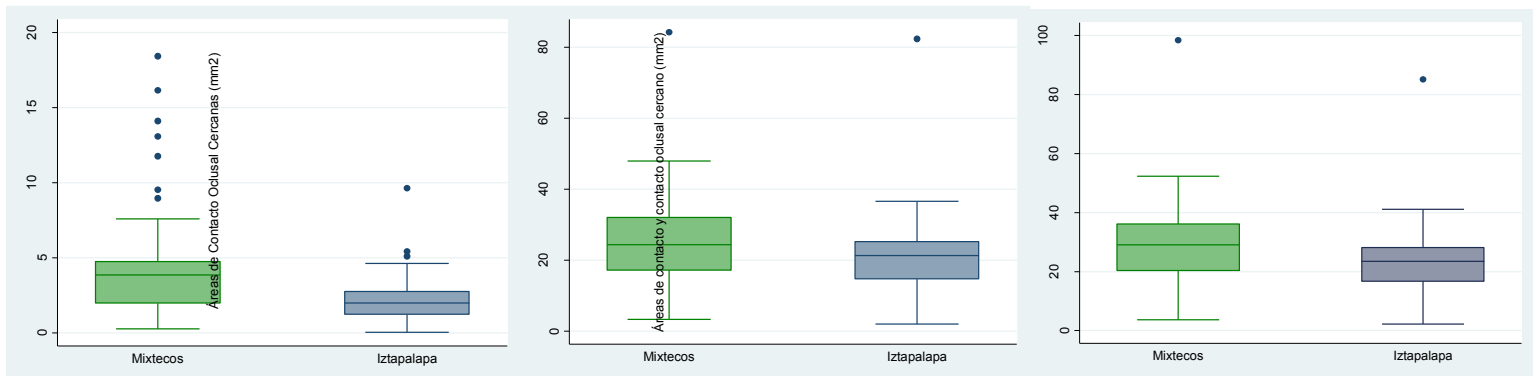


Figura 9.4. Las áreas contacto oclusal fueron significativamente mayores en los niños Mixtecos en comparación con los de Iztapalapa. Las áreas de contacto oclusal cercanas tuvieron la tendencia de ser mayores en los niños Mixtecos, pero sin diferencias estadísticamente significativas. La suma de ambas variables fue significativamente mayor en los niños Mixtecos.

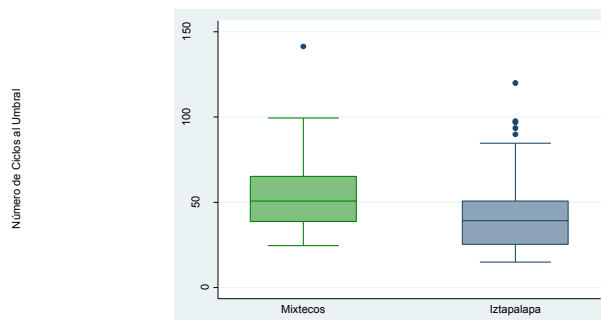


Figura 9.5. Número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución. En promedio los niños Mixtecos utilizan 11 ciclos masticatorios más que los niños de Iztapalapa.

en niños Mixtecos de  $2.66\text{mm}^2$  y rango intercuartil de 1.02 ( $p < 0.000$ ). La diferencia del TMP fue aún mayor en la prueba al umbral de la deglución, con mediana de 2.17mm y rango intercuartil 1.15, contra mediana de 0.91mm y rango intercuartil 0.53, en el Distrito Federal y Oaxaca respectivamente ( $p < 0.000$ ) (figura 9.6).

**Amplitud de distribución de partícula.** Se observó un comportamiento similar en los valores de amplitud de distribución de partícula tanto a los 20 ciclos masticatorios como en la prueba al umbral de la deglución, ya que a los 20 ciclos los escolares del Distrito Federal tuvieron 3.19 de mediana y rango intercuartil 1.66 y los de Oaxaca 2.43 con rango intercuartil de 1.17. Los valores al umbral de la deglución fueron mediana de 2.34 con rango intercuartil de 1.25 y mediana de 2.53 con rango intercuartil de 1.34 en Iztapalapa y Oaxaca respectivamente. La ADP mostró diferencias estadísticamente significativas solo en la prueba a los 20 ciclos masticatorios ( $p < 0.000$ ), tendencia similar a la prueba del TMP a los 20 ciclos, donde el valor fue menor en los niños Mixtecos. No obstante, según la prueba de hipótesis, no existe evidencia suficiente para señalar diferencias de ADP al umbral de la deglución (figura 9.7).

**Duración del ciclo masticatorio.** La duración del ciclo masticatorio en la prueba de 20 ciclos se reportó en ambas poblaciones con media y desviación estándar (ya que fue la única variable dependiente con distribución normal en los dos grupos de comparación). Las duraciones no fueron muy distintas entre los grupos ya que en el de Iztapalapa la media fue de  $0.64 \pm 0.09$  s y  $0.66 \pm 0.09$  s en los menores Mixtecos ( $p > 0.05$ ). Se encontraron medidas parecidas en la duración de los ciclos masticatorios al umbral de deglución: la mediana en Iztapalapa tuvo un valor de 0.68 s con rango intercuartil de 0.13, la mediana en Oaxaca fue de 0.69 s con rango intercuartil de 0.12 ( $p > 0.05$ ). La duración del ciclo masticatorio en la prueba de 20 ciclos y al umbral es la misma en niños Mixtecos y en niños del Distrito Federal (figura 9.8).

En la tabla 9.2 se podrán consultar las medidas descriptivas de las variables previamente analizadas.

Posterior a los análisis bivariados descritos anteriormente y previo a la elaboración de modelos de regresión lineal que expliquen el TMP y ADP de ambas pruebas, se realizaron correlaciones de Spearman con las variables

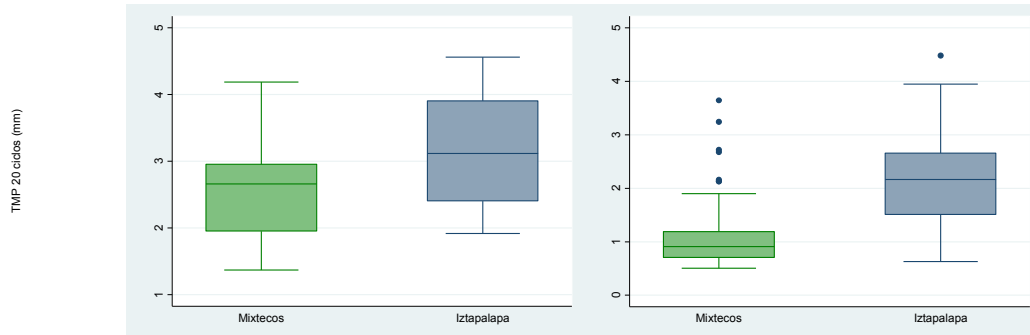


Figura 9.6. Graficas del TMP a los 20 ciclos y al umbral de la deglución.

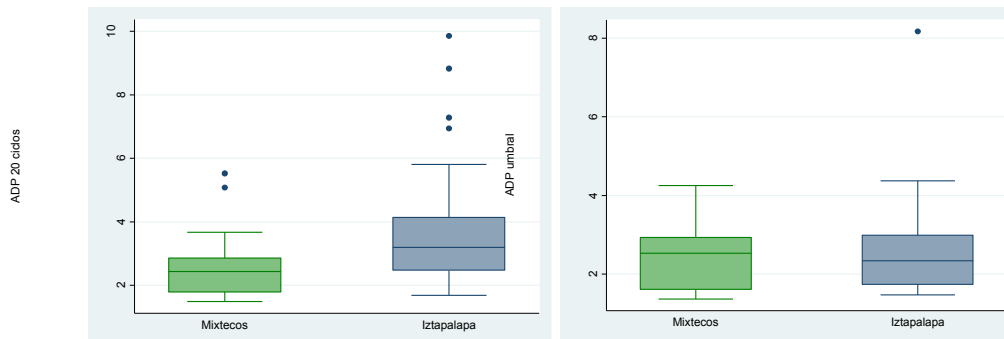


Figura 9.7. La ADP mostró diferencias estadísticamente significativas solo en la prueba a los 20 ciclos masticatorios, siendo más pequeña en los niños Mixtecos.

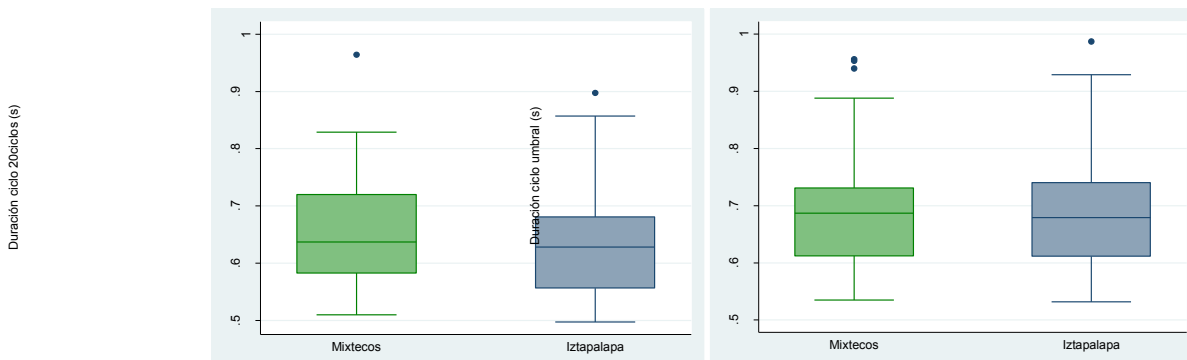


Figura 9.8. Comparaciones entre los grupos de la duración de los ciclos masticatorios tanto al umbral como a los 20 ciclos.

Tabla 9.2. Estadísticos descriptivos de las variables independientes.

Variables	Población							
	x̄= media; DE= desviación estándar; Me= mediana; RI= rango intercuartil							
	Iztapalapa				Oaxaca			
	x̄	DE	Me	RI	x̄	DE	Me	RI
Altura Facial (mm)	107.54	5.58	106	9	107.18	5.52	107	7
Anchura Cara (mm)	129.59	4.59	130	7	127.6*	4.6	128	6
Índice Facial	0.830	0.04	0.821	0.06	0.843	0.04	0.834	0.05
Talla (cm)	140.73	9.8	138.7	17.6	128.98**	7.28	127.7	10.3
Peso (kg)	37.2	9.5	37.5	14.2	29.8	6.7	28.1**	9.95
IMC	18.7	3.3	17.8	3.42	17.7	2.6	17.03	3.34
MFO (N)	518.6	121.7	518.5	220.5	591.7**	106.5	600.5	158
Fuerza Incisal (N)	151.59	52.5	145.0	69.5	168.08	60.84	164.5	79.5
Áreas de contacto oclusal (mm <sup>2</sup> )	2.3	1.68	2.01	1.53	4.63	3.94	3.86**	3.25
Áreas de contacto oclusal cercano (mm <sup>2</sup> )	20.1	7.33	21.4	10.6	24.4	13.4	24.42	15.22
ACCC (mm <sup>2</sup> )	22.4	8.37	23.5	11.41	29.1	15.9	29.0*	17.06
TMP (20 ciclos) (mm)	3.19	0.79	3.12	1.5	2.51	0.66	2.66**	1.01
TMP (Umbral) (mm)	2.17	0.9	2.17	1.15	1.13	0.7	0.91**	0.53
ADP (20 ciclos)	3.62	1.73	3.19	1.66	2.46	0.84	2.43**	1.17
ADP (Umbral)	2.52	1.11	2.34	1.25	2.53	1.11	2.53	1.34
Duración ciclo (20cic) (s)	0.64	0.09	0.63	0.12	0.66	0.09	0.64	0.14
Duración ciclo (umb) (s)	0.69	0.09	0.68	0.13	0.69	0.09	0.69	0.12
Ciclos Masticatorios	43.5	23.8	39.2	24.1	53.8	21.7	50.8**	28.1

\* p < 0.05

\*\*p < 0.01

explicativas, con el fin de elegir aquellas a incluir en los modelos de regresión, siempre y cuando haya significancia estadística ( $p < 0.05$ ). Los valores de  $r$  y  $p$  de las correlaciones se resumen en la tabla 9.3:

Tabla 9.3: Correlaciones de Spearman entre variables dependientes y variables independientes. Las variables independientes con significancia estadística fueron incluidas en los modelos de regresión lineal.

	Índice Facial		IMC		MFO		AC	
	r	p	r	p	r	p	r	p
TMP 20 ciclos	-0.180	0.068	0.024	0.808	-0.369	0.000	-0.329	0.001
TMP umbral	-0.127	0.200	0.090	0.364	-0.435	0.000	-0.333	0.001
ADP 20 ciclos	-0.212	0.031	0.061	0.537	-0.376	0.000	-0.344	0.000
ADP umbral	-0.174	0.078	0.047	0.635	-0.168	0.088	-0.070	0.480

	ACC		ACCC		Duración ciclos		Número ciclos	
	r	p	r	p	r	p	r	p
TMP 20 ciclos	-0.285	0.003	-0.308	0.001	0.015	0.882	---	---
TMP umbral	-0.184	0.061	-0.213	0.030	0.128	0.195	-0.488	0.000
ADP 20 ciclos	-0.236	0.016	-0.318	0.001	0.022	0.824	---	---
ADP umbral	0.027	0.786	-0.015	0.881	0.045	0.653	-0.121	0.222

Para cada correlación significativa se construyeron diagramas de dispersión con línea de predicción, con el objetivo de ejemplificar mejor la tendencia de las variables correlacionadas (Figuras 9.9 a 9.17):

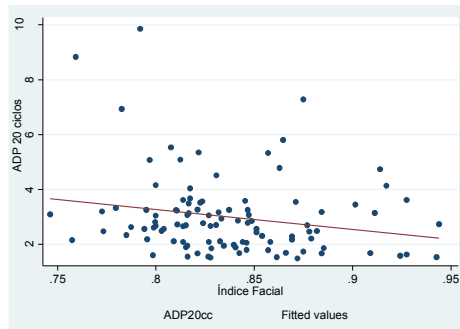


Figura 9.9. Diagrama de dispersión entre la ADP a los 20 ciclos y el Índice Facial. Aunque la tendencia es débil, es significativa y negativa. Cuando el Índice Facial aumenta, la ADP disminuye.

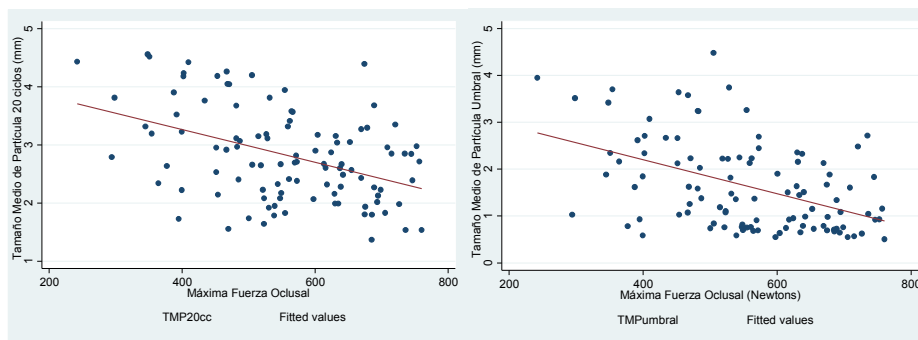


Figura 9.10. Diagramas de dispersión entre el TMP a los 20 ciclos y umbral y la MFO. Como se aprecia en los gráficos, la tendencia es negativa, es decir, si la MFO aumenta el TMP disminuye.

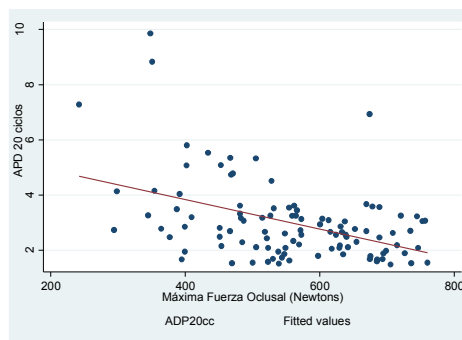


Figura 9.11. Diagrama de dispersión entre la ADP a los 20 ciclos y la MFO. La tendencia también es negativa. Los niños con una MFO grande muestran la ADP pequeña.



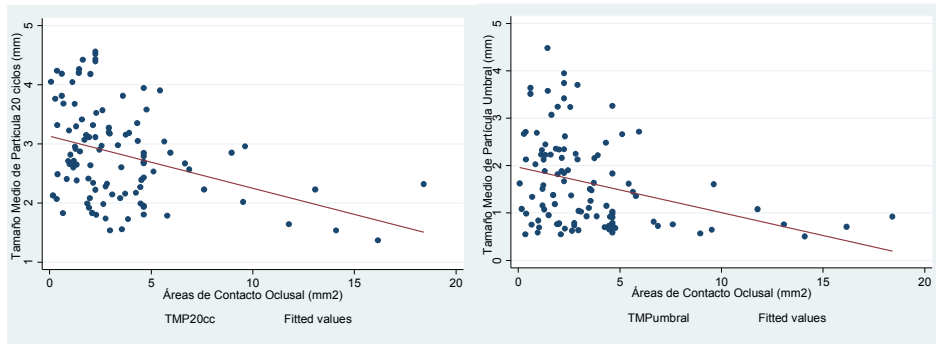


Figura 9.12. Diagramas de dispersión entre el TMP a los 20 ciclos y umbral con las áreas de contacto oclusal. La correlación es débil pero significativa. Al aumentar el área de contacto oclusal el TMP tanto a los 20 ciclos como al umbral tiende a disminuir.

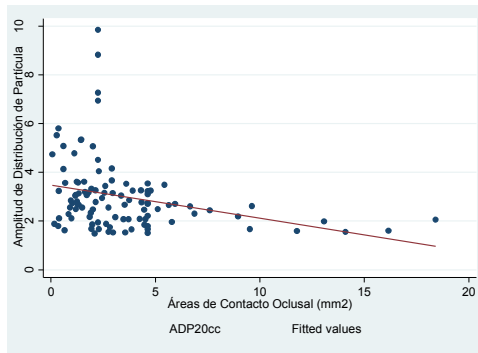


Figura 9.13. Diagrama de dispersión entre la ADP a los 20 ciclos y las áreas de contacto oclusal. La tendencia entre las variables es negativa, esto es, conforme aumentan las áreas de contacto la ADP disminuye.

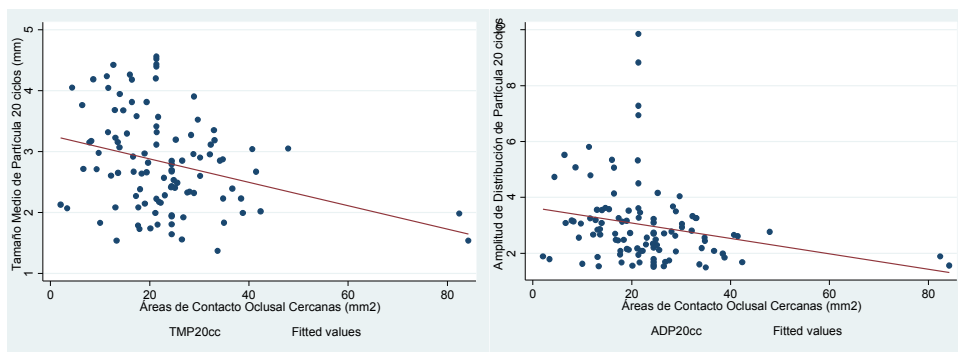


Figura 9.14. Diagrama de dispersión entre el TMP y ADP a los 20 ciclos con las áreas de contacto oclusal cercanas. La tendencia es negativa, donde al aumentar las áreas de contacto el TMP y la ADP disminuyen. La correlación es débil.

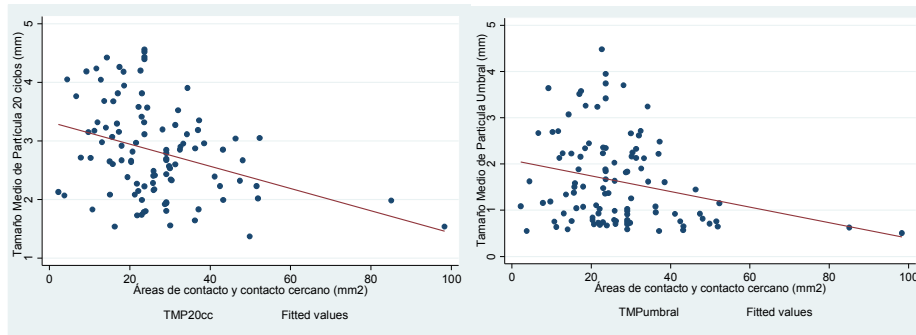


Figura 9.15. Diagrama de dispersión entre el TMP a los 20 ciclos y al umbral con las áreas oclusales de contacto y contacto cercano. En ambas, la tendencia es negativa, donde áreas de contacto y contacto cercano amplias disminuyen el TMP en ambas pruebas. La correlación es moderada en la prueba a los 20 ciclos y débil al umbral de la deglución, sin embargo son significativas.

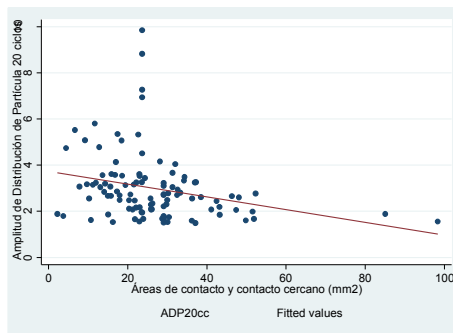


Figura 9.16. Diagrama de dispersión entre la ADP a los 20 ciclos y las áreas de contacto y contacto cercano. La tendencia es negativa y la correlación tiene una fuerza moderada.

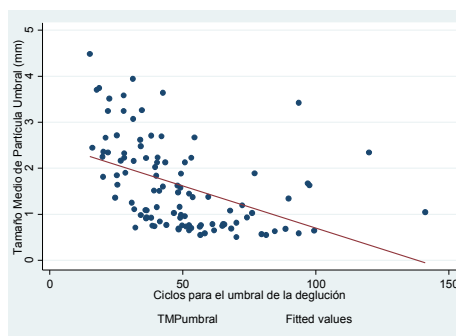


Figura 9.17. Diagrama de dispersión entre el TMP al umbral de la deglución con el número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución. Se observa que los niños que mastican más veces el alimento prueba tienen un TMP al umbral más pequeño.

Tomando en cuenta las variables independientes con correlaciones significativas, se construyeron modelos de regresión lineal múltiple, en donde además de éstas se incluyó el factor poblacional en todos los modelos. La tabla 9.4 contiene los valores de los modelos de regresión lineal múltiple para las variables independientes. Solo se muestran las variables con valores de p significativos.

Tabla 9.4. Resultados de los distintos modelos de regresión lineal múltiple. Con respecto a la variable población, se consideró como referencia al grupo de niños del Distrito Federal.

Variable dependiente	Variables independientes incluidas en el modelo (CR=coeficiente de regresión)	Valor de p del modelo	R <sup>2</sup> ajustada	Ecuación del modelo
TMP 20 cic.	X <sub>1</sub> = MFO (p<0.000, CR= -0.0018) X <sub>2</sub> = Población (p=0.001, CR= 0.4622) X <sub>3</sub> = Áreas de contacto y contacto cercano (p=0.027, CR= -0.012)	<0.0000	0.2772	$\hat{y} = 3.93 - 0.0018(X_1) + 0.4416(X_2) - 0.011(X_3)$
TMP umbral	X <sub>1</sub> = MFO (p<0.000, CR= -0.0023) X <sub>2</sub> = Ciclos umbral (p<0.000, CR= -0.013) X <sub>3</sub> = Población ( p<0.000, CR= 0.7140)	<0.0000	0.4633	$\hat{y} = 3.22 - 0.0023(X_1) - 0.013(X_2) - 0.7140(X_3)$
ADP 20 cic.	X <sub>1</sub> = Índice Facial (p=0.011, CR= -0.0013) X <sub>2</sub> = MFO ( p<0.000, CR= -0.0041) X <sub>3</sub> = Población (p=0.020, CR= 0.610) X <sub>4</sub> = Áreas de contacto y contacto cercano (p= 0.069, CR= -0.017)	<0.0000	0.2971	$\hat{y} = 12.1 - 0.0013(X_1) - 0.0041(X_2) + 0.6775(X_3) - 0.069(X_4)$
ADP umbral	X <sub>1</sub> = Población (p=0.301)	>0.05	-----	-----

Con el propósito de conocer la influencia de las variables independientes sobre el DM en cada una de las poblaciones de estudio, se elaboraron modelos de regresión lineal múltiple independientes de la localidad. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9.5. Resultados de los modelos de regresión lineal múltiple independientes por localidad.

Variable dependiente	Variabes independientes incluidas en el modelo (CR=coeficiente de regresión)	Valor de p del modelo	R <sup>2</sup> ajustada	Ecuación del modelo
<b>TMP 20 cic.</b>				
Mixtecos	X <sub>1</sub> = Áreas de contacto y contacto cercano (p= 0.049, CR= -0.011) X <sub>2</sub> = Sexo (p= 0.028, CR= -0.392)	0.0075	0.1448	$\hat{y} = 2.98 - 0.011(X_1) - 0.392(X_2)$
Iztapalapa	X <sub>1</sub> = MFO (p= 0.004, CR= -0.0025) X <sub>2</sub> = Áreas de contacto y contacto cercano (p= 0.111, CR= -0.014)	0.0015	0.2049	$\hat{y} = 4.8 - 0.0025(X_1) - 0.014(X_2)$
<b>TMP umbral</b>				
Mixtecos	X <sub>1</sub> = Áreas de contacto y contacto cercano (p= 0.056, CR= -0.011) X <sub>2</sub> = Ciclos umbral (p= 0.001, CR= -0.014)	0.0025	0.1818	$\hat{y} = 2.20 - 0.011(X_1) - 0.014(X_2)$
Iztapalapa	X <sub>1</sub> = MFO (p< 0.000, CR= -0.003) X <sub>2</sub> = Ciclos umbral (p= 0.003, CR= -0.003)	<0.0000	0.3386	$\hat{y} = 4.43 - 0.003(X_1) - 0.003(X_2)$
<b>ADP 20 cic.</b>				
Mixtecos	X <sub>1</sub> = Áreas de contacto y contacto cercano (p= 0.024, CR= -0.016) X <sub>2</sub> = Sexo (p= 0.063, CR= -0.420)	0.0081	0.1424	$\hat{y} = 3.09 - 0.024(X_1) - 0.420(X_2)$
Iztapalapa	X <sub>1</sub> = MFO (p= 0.001, CR= -0.006)	0.0007	0.1929	$\hat{y} = 6.85 - 0.006(X_1)$
ADP umbral	-----	-----	-----	-----

## X. DISCUSIÓN

La masticación es una función que depende de varios factores, como son la edad, el estado de salud del sistema estomatognático, incluyendo el tamaño de los dientes, la fuerza oclusal y los dientes utilizados para masticar. Algunos de estos factores podrían variar dependiendo de la población a la que pertenecen los sujetos estudiados, lo que fue evidenciado en este estudio.

Los resultados de esta investigación nos indican dos aspectos relevantes con respecto al biotipo facial, el cual fue evaluado a través del Índice Facial. El primero de ellos, que no existieron evidencias estadísticas significativas para determinar que el IF fuera diferente entre las poblaciones estudiadas. En base a un estudio realizado en una población indígena de Chile (Del Sol, 2006) se esperaba que el IF sería menor en el grupo de niños Mixtecos y por lo tanto tendrían una tendencia al biotipo braquifacial. El hecho de que el IF sea igual en ambos grupos podría ser explicado por los hallazgos de Little et al (2006), que mencionan cambios seculares en el complejo craneofacial en un grupo de niños zapotecas de 6 a 13 años entre 1968 y 2000, determinando una reducción en la anchura bizigomática, lo que ocasiona un aumento en el IF. Según Little et al, este cambio podría deberse a la disminución en el estrés masticatorio, producto del menor consumo de alimentos duros o de granos.

El segundo aspecto fue la ausencia de correlación entre el IF con el TMP a los 20 ciclos y umbral. Aunque en adultos está bien documentada la asociación entre la morfología facial con la fuerza de oclusión y por lo tanto con el DM (caras verticalmente cortas tienen mayor fuerza oclusal, contrario a las caras verticalmente largas) (Bonakdarchian, et al 2009; Farias-Gomes, et al 2011), en nuestra población escolar no encontramos tal asociación, lo que confirma hallazgos de otros estudios, en donde la morfología facial en niños no tiene repercusión sobre la fuerza oclusal (Proffit, et al 1983; Kiliaridis, et al 1993; Ingervall, et al 1997) o deberse a la poca variabilidad encontrada en el IF. Proffit et al sugieren que la correlación entre la forma de la cara y la fuerza muscular se desarrolla durante la adolescencia, además que los niños con cara alargada tienen fuerza de mordida normal, sin embargo en etapas posteriores del crecimiento la fuerza oclusal no se incrementa al igual que en jóvenes meso o braquifaciales. Van Spronsen (1993) indica que la falta de desarrollo de fuerza de los músculos elevadores de la mandíbula en niños con cara alargada

se debe a inestabilidad oclusal y pobres condiciones de trabajo de los músculos como consecuencia. Por otro lado, la falta de asociación entre las mencionadas variables puede deberse a que las estructuras maxilares tienen una importante evolución sobre el primer año de vida, crecimiento lento hasta la pubertad, y finalmente a partir de ésta el crecimiento de los huesos se acelera hasta obtener sus dimensiones adultas, alrededor de los 18 años de edad (Le Révérend, et al 2014). De esta forma, nuestros niños se encontraban, al momento del levantamiento de datos, en una etapa en la cual aún no se han desarrollado por completo las dimensiones finales de su cara y, por lo tanto, aún no se establece la relación entre su biotipo y la capacidad para masticar los alimentos.

Otro hallazgo interesante fue el relacionado con las medidas corporales. Los datos muestran que los niños del grupo urbano son 8.5% más altos y pesan 26% más que los menores del Estado de Oaxaca. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, sin embargo, el cálculo de IMC no indicó diferencias entre los grupos, lo que sugiere que ambos tienen la masa corporal proporcionada. Este resultado es similar a los reportes de Peña-Reyes et al (2003) y Malina et al (2008) que comparan medidas antropométricas de estatura, peso e IMC en niños de 6 a 13 años de una comunidad urbana con niños de vivienda rural, ambos del Estado de Oaxaca, donde se evidencia que a pesar de que los niños urbanos son más altos y pesan más, los valores de IMC no tienen diferencias. Las diferencias en estatura y peso, más no en IMC, indican que los niños mixtecos de nuestro estudio no son más pequeños debido a la privación de alimentos o desnutrición, como ocurre en otras zonas rurales de Oaxaca (Ramos-Rodríguez, 2005) sino que las diferencias podrían atribuirse a factores genéticos.

La correlación entre el IMC y las variables del DM no fue estadísticamente significativa en nuestro estudio. Nuestros resultados en este aspecto fueron contrarios a los reportados por Julien et al (1996) y por Oueis (2009). Los investigadores determinaron que el tamaño corporal en niños era un factor determinante en el acto masticatorio (a mayor tamaño corporal mejor DM). Sin embargo, Julien et al (1996) incluyeron un mayor rango de edad y por ende una mayor dispersión de los datos del tamaño corporal, mientras que en nuestro estudio la dispersión es menor por incluir únicamente a niños de 8 a 10 años de

edad. Ellos concluyeron que en la correlación del tamaño corporal con el DM, el aumento del tamaño del cuerpo mejora la capacidad de fragmentación de los alimentos. No obstante, Koç et al (2011) encontraron que el IMC en adultos jóvenes no era un factor que influyera en los valores de la fuerza oclusal, por lo que tampoco tendría relación con el DM, similar a los reportes de Duarte-Gavião et al (2007), que investigaron la asociación entre la fuerza de mordida y el DM en niños con dentición primaria, concluyendo que en estos menores la fuerza de mordida no se relaciona con su capacidad para fragmentar el alimento prueba. Los trabajos antes mencionados tienen en común el tamaño pequeño de muestra (alrededor de 20 sujetos), por lo que las variaciones en las conclusiones podrían deberse al tamaño de las muestras. La ausencia de correlación entre el IMC y el DM encontrada en nuestros sujetos escolares podría tener una explicación similar a la relación en niños del IF con el DM, descrita anteriormente, ya que las curvas de crecimiento corporal de los 2 a los 18 años en varones y mujeres muestran que tanto el peso como el IMC tienen un aumento sostenido pero pequeño de los 2 hasta los 10 años y que a partir de los 10 años ambas mediciones tienen un crecimiento exponencial hasta los 18 años, donde los valores se estabilizan (Sobradillo, et al 2004; OMS 2012) (figura 10.1 y 10.2). Así, los niños de nuestro estudio aún no han alcanzado su valor máximo de peso ni IMC, por lo que ambas variables, aún en esta edad, no se relacionan con la función masticatoria, pudiendo hacerlo en etapas donde el tamaño corporal ha tenido un mayor desarrollo.

A diferencia del IF e IMC, los valores de la MFO mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio, más no entre niños y niñas en ninguno de los grupos. Además, esta variable tuvo una correlación significativa con las variables indicadoras del DM. Los niños mixtecos presentaron una fuerza de oclusión 14% mayor que los niños del Distrito Federal. Nuestros datos contrastan con los publicados por Hallak-Regalo (2008) que midió la fuerza de oclusión en la zona molar e incisiva en adultos jóvenes indígenas de la Amazonia y de raza blanca, ambos de Brasil, y comparó los valores entre éstos, encontrando que el grupo indígena tenía una tendencia a valores mayores de fuerza oclusal en molares, sin embargo las diferencias entre los grupos no fueron estadísticamente significativas, contrario a lo sucedido en la región incisiva, en la cual la fuerza de mordida fue

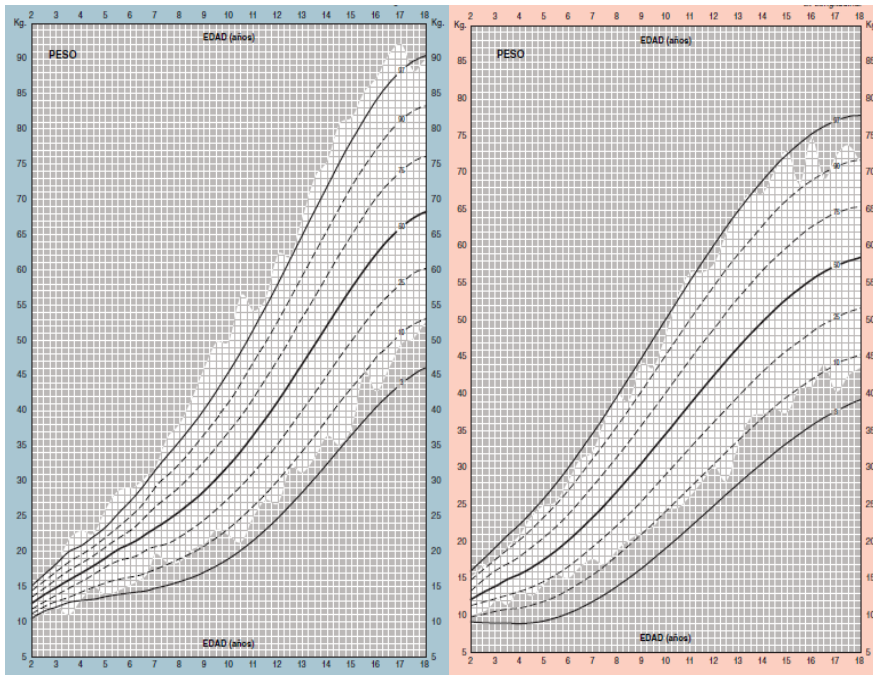


Figura 10.1. Curvas de crecimiento de peso. La imagen azul representa la curva en varones y la rosa en mujeres. La línea central en ambas corresponde al percentil 50. Se aprecia que a partir de los 10 años tanto en niñas como en niños el crecimiento es exponencial. Tomado de Sobradillo 2004.

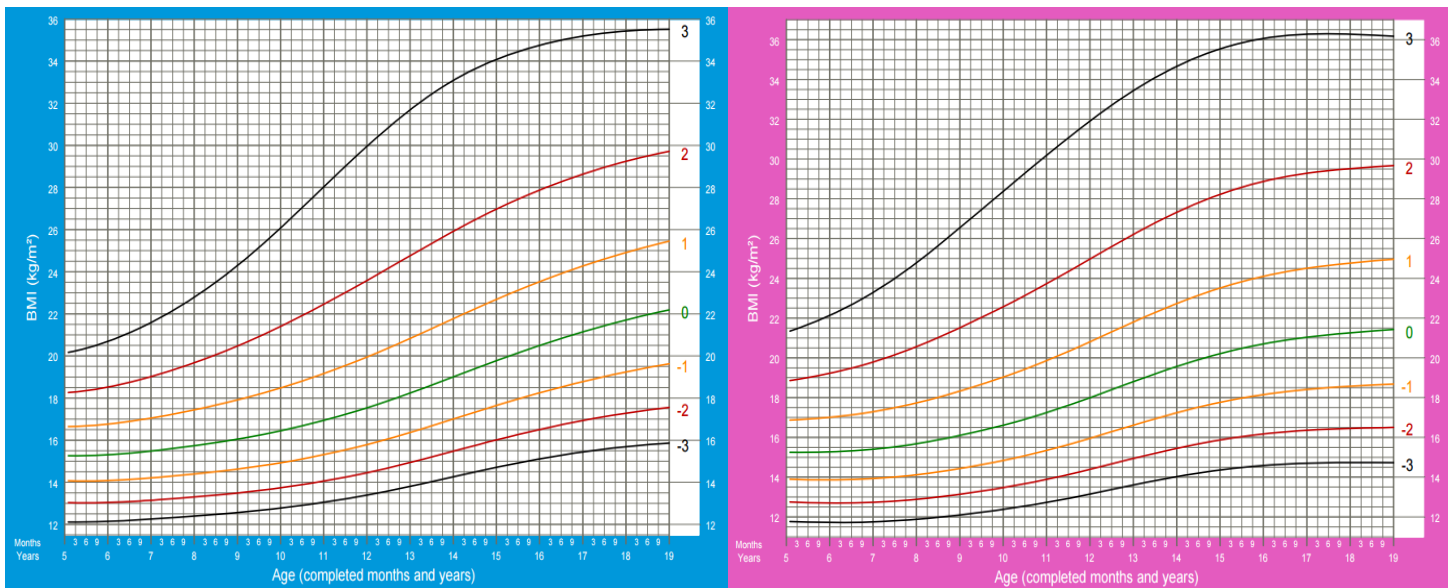


Figura 10.2. Curvas de crecimiento de IMC. Los datos están representados en valores Z. La figura en azul representa a los varones y la morada es propia de las mujeres. La línea central es la posición de la media del IMC. De forma parecida como en la curva de crecimiento del peso, el IMC tiene un crecimiento exponencial a partir de los 10 años en ambos sexos, aunque a diferencia del peso, la curva del IMC no está tan pronunciada. Tablas OMS.



significativamente mayor en el grupo indígena, atribuyendo este hecho a que ellos utilizan sus incisivos como herramientas de corte de alimentos, y dichos alimentos son de origen natural y por lo tanto duros. Esta carga de fuerza demanda una mayor actividad muscular que se presenta limitada en la población de raza blanca. En nuestro estudio, los niños mixtecos presentaron considerablemente mayor fuerza de oclusión en molares y, aunque la fuerza incisal tuvo una tendencia a ser mayor en el grupo mixteco, las diferencias no fueron significativas, lo que sugiere que estos niños no utilizan sus incisivos excesivamente como herramienta de corte alimenticio. La disparidad en los valores de MFO entre nuestros grupos de estudio puede ser explicada por las diferencias en las características de los alimentos consumidos por los niños. Aunque no evaluamos formalmente la dieta de ambas regiones, sabemos que la tendencia de consumo de alimentos en los niños del Distrito Federal es de alimentos procesados, altos en grasas y azúcar y por lo tanto blandos (Romero-Velarde, et al 2006), lo que limita el requerimiento de la actividad de los músculos elevadores de la mandíbula, provocando su poca fortaleza. Como producto de la globalización, el consumo de refrescos, pastelitos y otro tipo de comida chatarra se ha incrementado en las comunidades rurales, tal es el caso de la comunidad a la que pertenece el grupo de niños mixtecos de nuestro estudio (figura 10.3). A pesar de esto, mediante entrevistas a los niños participantes y sus padres y a algunos miembros de la comunidad, sabemos que la alimentación de estos niños también incluye una gran variedad de vegetales, como los quelites y el chile, tortillas hechas a mano, “picadas” (tortilla gruesa de maíz tostada en comal de barro), frutas variadas (manzana, guayaba, sandía, papaya, plátano, etc) así como productos de origen animal como carne de guajolote, de puerco, tasajo (corte de carne de res con consistencia dura) y gallinas de crianza para el autoconsumo (de las cuales la carne es dura y muy fibrosa). Según lo reportado por Sato y Yoshiike (2011), la preferencia por el consumo de alimentos fibrosos y vegetales se correlaciona positivamente con la fuerza oclusal y, por otro lado, podemos conjeturar que la alimentación de los niños mixtecos es más natural y por lo tanto más dura y fibrosa en comparación con los niños de Iztapalapa, lo que demanda en los primeros mayor actividad de los músculos elevadores de la mandíbula y en consecuencia generan valores más grandes de fuerza oclusal.



Figura 10.3. Tienda de abarrotes de la comunidad rural donde viven los niños Mixtecos de nuestra investigación. Existe una variedad considerable de alimentos chatarra disponible para la población, no obstante los pobladores aún conservan hábitos de alimentación donde incluyen alimentos naturales.

Ohira et al (2012) demostraron un incremento en la MFO en niños de 4 a 6 años después de realizar ejercicios de masticación con goma de mascar que conserva la dureza, concluyendo que la masticación de alimentos duros aumenta la fuerza oclusal. Al ser la MFO una variable explicativa reconocida del DM, y al ser la fuerza de oclusión mayor en los niños mixtecos, podemos intuir por este hecho que éstos tendrán un DM mejor que los niños de Iztapalapa.

Los resultados de nuestro estudio confirman los de publicaciones anteriores, donde la MFO tiene una significativa correlación con el DM (Okiyama, et al 2003), y es una variable importante que en otros estudios explica en modelos de regresión el DM hasta un 11% por si misma (Lepley, et al 2011) y en conjunto con otras variables desde 14% hasta 68% (Julien, et al 1996; Hatch, et al 2001; Salomé-Marquezin, et al 2013). En nuestra investigación, la MFO explicó por si misma 18.2% de la variabilidad del TMP a los 20 ciclos, 21.1% la

del TMP al umbral de la deglución, 20% la ADP a los 20 ciclos y 4.4% la ADP al umbral de la deglución. Los resultados de la predicción del DM a través de la MFO con las otras variables de estudio se muestran en la tabla 9.4.

Las áreas de contacto oclusal y contacto oclusal cercanas tuvieron una importante relevancia en el presente trabajo, permitiendo explicar parcialmente las diferencias en los valores del DM entre los grupos de estudio. Las áreas de contacto oclusal (0 a 50 micras) en los niños Mixtecos fueron 92% más amplias comparado con los del Distrito Federal. Por su parte, las áreas de contacto oclusal cercanas (51 a 350 micras) presentaron valores mayores en el grupo Mixteco en un 14%, sin embargo las diferencias en esta última variable no fueron significativas (figura 10.4).

Se ha establecido que las áreas de contacto oclusal y las áreas de contacto oclusal cercano están íntimamente asociadas con la capacidad de masticar y mezclar los alimentos, existiendo una correlación negativa tanto en las áreas de contacto oclusal como en las áreas de contacto cercanas con el TMP (a mayor área de contacto y contacto cercano menor es el TMP y por lo tanto mejor el desempeño masticatorio) (Owens, et al 2002; Lepley, et al 2011; Horie, et al 2014).

Las áreas de contacto oclusal tienen una amplia variabilidad, dependiendo del estudio donde son reportadas. Esta variabilidad podría ser explicada por el método de evaluación empleado, además del nivel de intensidad de fuerza oclusal con el que los sujetos analizados realizan la prueba (Longquan, 2011). Así mismo, también varía la forma de reportarlas, ya que algunas investigaciones solo mencionan las áreas de contacto oclusal en general (Farias-Gomes, et al 2011; Yamanaka, et al 2009; Julien, et al 1996), contrastando con los trabajos que reportan por separado las áreas de contacto oclusal y las áreas de contacto oclusal cercanas (Owens, et al 2002; Lepley, et al 2011; Horie, et al 2014).

En el trabajo de Owens et al (2002), se evaluaron las áreas de contacto en pacientes ortodónticos adultos con dentición permanente completa de una comunidad urbana, encontrando una mediana en el valor de las áreas de contacto de 2 mm<sup>2</sup> y 40 mm<sup>2</sup> de áreas de contacto cercano. Los niños de Iztapalapa tuvieron un valor de áreas de contacto similar (2.01 mm<sup>2</sup>) sin embargo los contactos cercanos fueron menores (21.38 mm<sup>2</sup>). Este hecho



Figura 10.4. Imágenes típicas de los registros oclusales de las poblaciones observadas. El registro izquierdo corresponde a un niño perteneciente al Distrito Federal. El del lado derecho es propio de un niño Mixteco. Las zonas con tendencia a color gris pertenecen a las áreas de contacto cercanas y las negras a las áreas de contacto. Aunque los niños del D.F. presentaron áreas de contacto cercanas amplias, ligeramente menores que los Mixtecos, estos últimos presentaron áreas de contacto evidentemente mayores.

podría ser explicado debido a que Owens evaluó sujetos adultos, en los cuales el primer molar permanente, por estar mayor tiempo en boca, se ha sometido a mayor desgaste fisiológico de su superficie oclusal, ampliando así el área con la que hace contacto con su antagonista. Los hallazgos reportados por Yamanaka et al (2009) y Oueis (2009) darían sustento a este supuesto, ya que ellos encontraron que los grupos de niños con mayor edad tienen una tendencia de aumento en las áreas de contacto oclusal. Por su parte, Julien et al (1996) demostraron que los sujetos adultos tienen mayores áreas de contacto, sin especificar área o área cercana.

Owens et al (2002), Lepley et al (2011) y Horie et al (2014) concluyen que las áreas de contacto en adición con las de contacto cercano explican parcialmente el desempeño masticatorio. En nuestro trabajo, los niños Mixtecos presentaron 23.4% mayores ACCC que aquellos de Iztapalapa, con diferencias significativas. Este factor, en adición a que los primeros tienen mayor MFO, explica el hecho de su mejor capacidad de triturar el alimento prueba. El que los niños de la población rural tengan mayores valores en esta variable podría

estar relacionado con su tipo de dieta, la cual sería más fibrosa y dura, como lo publicado por Yamanaka et al (2009), donde niños con preferencia de dieta fibrosa tenían áreas de contacto más grandes.

Se encontró correlación entre las ACCC con la MFO, la cual es significativa y positiva, a pesar de ser débil (Spearman  $r = 0.286$ ,  $p = 0.006$ ). Este hallazgo coincide con la literatura. Bakke et al (2006) mencionan que la fuerza de oclusión explica del 10% al 20% de la variabilidad de las áreas de oclusión. Nosotros encontramos que la MFO logra explicar el 10% de ésta variabilidad, lo cual entra dentro del rango de lo reportado. Farias-Gomes et al (2011) reportan resultados similares, con un valor de correlación entre ambas variables de  $r = 0.360$  (Figura 10.5).

Un dato interesante es el resultado obtenido del número de ciclos masticatorios necesarios para el umbral de la deglución, es decir, cuantos ciclos masticatorios necesitan los niños para triturar suficientemente el alimento antes de ser deglutido. La diferencia de éstos entre los grupos fue estadísticamente significativa, de la misma manera que su correlación con el DM. En promedio los niños mixtecos mastican 11 veces más el alimento prueba; de esta manera, los niños de Iztapalapa mastican 30% menos veces antes de deglutir sus alimentos. Se sabe que con cada ciclo masticatorio se incrementa la fractura del alimento y el número de ciclos masticatorios es un factor que puede compensar las deficiencias del aparato masticatorio para reducir el tamaño del alimento; los sujetos con pares oclusales reducidos usan más ciclos masticatorios para equilibrar la pérdida dental (Sierpinska, et al 2006). Este no es el escenario en nuestro estudio ya que uno de los criterios de inclusión en ambos grupos fue que no tuvieran pérdida dental, así que en cuanto al número de dientes presentes no hubo diferencia entre nuestros grupos. Fontijn-Tekamp et al (2004) menciona que hay casos en los que los sujetos que presentan deficiencias en la masticación no necesariamente mastican más veces para compensarlas, sino que degluten sus alimentos en fragmentos grandes. Los niños mixtecos si incrementaban el número de ciclos más no por deficiencias del aparato masticatorio. Puede ser la personalidad de los niños, producto del ambiente donde se desarrollan, el determinante de este patrón de masticación. Peña-Reyes et al (2003) indica que los niños en residencia rural comúnmente están asociados con un estilo de vida más vigoroso y físicamente activo,

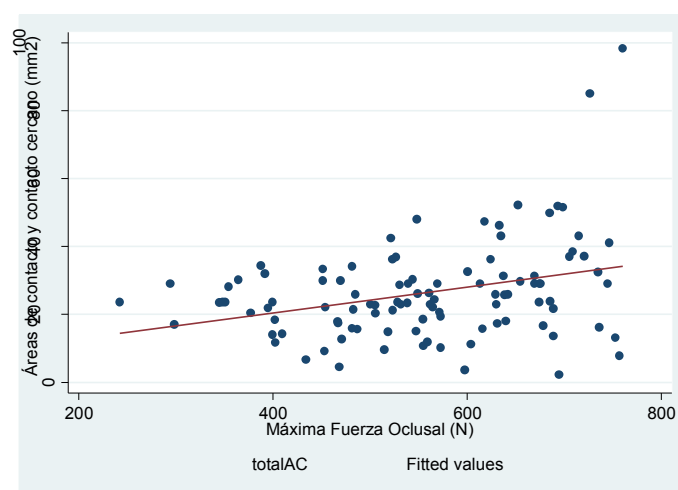


Figura 10.5. Tendencia de la asociación entre las áreas de contacto y contacto cercano con las MFO. Conforme aumenta la MFO también aumentan las áreas de contacto oclusal. Estas dos variables explican en gran medida, al ser mayores en los niños Mixtecos, que éstos tengan un mejor desempeño masticatorio.

lo que, entre otros aspectos, les proporciona beneficios en sus aptitudes físicas. A su vez, el ejercicio se relaciona con la disminución del estrés emocional, lo cual podría repercutir en la forma en que los niños mastican sus alimentos. Posiblemente los niños de Iztapalapa, por la vida acelerada propia de las comunidades urbanas tengan la costumbre de masticar más rápido y menos veces sus alimentos y que los escolares mixtecos tengan una tendencia a disfrutar más de su comida y en consecuencia estén acostumbrados a masticar más veces.

No se conoce como se establece el patrón masticatorio, pero otra posible explicación es que al estar acostumbrados a consumir alimentos más fibrosos que requieren mayor número de ciclos masticatorios antes de ser deglutidos estén, por decirlo de alguna forma, acostumbrados a utilizar mayor número de ciclos al ingerir sus alimentos.

El número de ciclos para el umbral de la deglución exhibió una correlación importante con el TMP al umbral, y esta variable por si misma explica el 20% de su variabilidad, cifra que aumenta con la inclusión de otras variables explicativas en el modelo. El número de ciclos, más la diferencia considerable en los valores de MFO, explican de manera fundamental el hecho de que en

los niños mixtecos los valores de TMP tanto a los 20 ciclos masticatorios como al umbral de la deglución sean notablemente menores.

En el inicio de nuestro trabajo esperábamos diferencias en los valores de las variables que indican el DM, sin embargo éstas fueron mayores a las esperadas. Tratándose del TMP a los 20 ciclos masticatorios, los niños mixtecos fracturan el alimento prueba 15% más pequeño, cifra que aumenta sustancialmente al umbral de la deglución, ya que en esta prueba los niños mixtecos fragmentan 58% más pequeño el alimento prueba, además, la ADP a los 20 ciclos fue 24% más reducida en los mismos. Esto quiere decir que los niños mixtecos mastican mucho mejor sus alimentos, reduciéndolos más en tamaño y teniendo menos variabilidad en sus porciones.

Tomando en cuenta los modelos de regresión lineal para predecir los valores del TMP y ADP a los 20 ciclos masticatorios y al umbral de la deglución, se encontró que la MFO, la población y las áreas de contacto y contacto cercano son variables que explican el TMP a los 20 ciclos y, en conjunto, estos factores explican el 27.72% de su variabilidad. Con respecto al TMP al umbral, el modelo explicó el 46.33%, siendo la MFO, los ciclos masticatorios al umbral de la deglución y la población los factores predictivos significativos. Es de llamar la atención el hecho de que las ACCC son un factor predictivo del TMP a los 20 ciclos masticatorios pero no al umbral de la deglución. Probablemente esto se deba a que al umbral de la deglución es más importante el número de ciclos utilizados para fragmentar el alimento, triturando las porciones que no pudieron ser reducidas a los 20 ciclos masticatorios. La variabilidad de la ADP a los 20 ciclos fue explicada en un 29.71% por el IF, la MFO, la población y las ACCC, sin embargo la ADP al umbral de la deglución no pudo ser explicada por ninguna de las variables del estudio.

La creación de modelos de regresión que expliquen el desempeño masticatorio no es considerada en la mayoría de los estudios publicados. Solo Julien et al (1996) reportan valores obtenidos de modelos de regresión. Él encontró que el TMP fue explicado en un 85% por medio del peso corporal, las áreas de contacto, la fuerza oclusal y las dimensiones verticales del cráneo. Este estudio fue realizado en sujetos adultos, por lo que no es comparable con nuestros resultados.

Posterior al análisis de regresión lineal donde se evaluó la variable población en un modelo general, se crearon modelos de regresión independientes de la población, es decir, modelos que explicaran el DM en los grupos de estudio por separado.

Con respecto al modelo de predicción del TMP a los 20 ciclos masticatorios, las variables predictoras en los niños Mixtecos fueron las ACCC y el sexo, contrastando con el grupo de Iztapalapa, donde la MFO y las ACCC formaron parte de un modelo significativo. Es interesante que en los niños de la comunidad indígena la MFO no fue significativa. Probablemente la menor variabilidad de los datos de esta variable en los niños de este grupo sea la explicación de que no sea predictora. En cuanto a las ACCC, en los niños mixtecos este factor explica mejor el TMP a los 20 ciclos que en el grupo urbano, ya que en los primeros, con el aumento de una unidad de ACCC, el TMP disminuye en mayor cantidad, además de que el valor de  $p$  es mucho menor. Así, en los Mixtecos las ACCC son más importantes que la MFO, asociación contraria en los niños de Iztapalapa, relación apreciable también en el TMP al umbral de la deglución. Al umbral, el TMP en ambos grupos también fue explicado por el número de ciclos masticatorios ejercidos por los niños, sin embargo, el coeficiente de regresión indica que en los niños Mixtecos por cada ciclo masticatorio adicional el TMP disminuye en mayor cantidad que en los de Iztapalapa, lo que podría indicar una interacción entre los ciclos masticatorios con las ACCC en el grupo Mixteco. En un estudio en el que se comparó el TMP entre hombres y mujeres jóvenes, se encontró que a 20 ciclos los hombres tenían un menor tamaño de partícula y sin embargo al ser evaluados al umbral de la deglución el TMP fue igual en ambos grupos. Lo que lleva a esto es que las mujeres compensan realizando un número significativamente mayor de ciclos para llegar al umbral de la deglución (Hernández-Sánchez, 2012).

Similar a lo ocurrido en el modelo de regresión general, en los modelos independientes solo la ADP a los 20 ciclos pudo ser explicada. En el grupo mixteco las variables explicativas fueron las ACCC y el sexo y en el de Iztapalapa la MFO. Esto nos sugiere que la ADP en esta prueba tiene una dinámica similar al TMP y se vincula con las mismas variables explicativas.

Es importante considerar que el porcentaje de explicación de los modelos es menor en los realizados por grupos que en el general, donde se incluyó la



variable poblacional. Esto nos sugiere que la población es un factor determinante en explicar el DM pero no nos indica cuáles son las variables que explican el DM en cada población, por lo que es importante considerar la evaluación de otros factores que pudieran aumentar el porcentaje de variabilidad explicado en los modelos de regresión.

## XI. CONCLUSIONES

En este estudio se encontró que los niños Mixtecos tienen un DM considerablemente mejor que los niños del Distrito Federal. Entre los factores que se han vinculado con el DM encontramos que esta diferencia se asoció a que tuvieron una fuerza de oclusión considerablemente mayor y áreas oclusales de contacto y contacto cercano más grandes. Además, los niños Mixtecos usaban mayor número de ciclos masticatorios antes de indicar que el alimento estaba listo para ser deglutido. También se encontró que la MFO, las áreas oclusales de contacto y contacto cercano y el número de ciclos masticatorios para el umbral de la deglución son variables que predicen el DM, sin embargo, actúan diferente dependiendo del grupo poblacional. Este es el primer estudio que ha identificado diferencias entre grupos poblacionales, aunque cabe mencionar que se utilizaron dos poblaciones considerablemente distintas en cuanto a sus hábitos alimenticios, de tal manera que estas diferencias no se encontrarían entre poblaciones urbanas con menor variabilidad en su dieta. Los resultados de este estudio, además de aportar información valiosa sobre la función masticatorio en niños, indica también que existen otros factores que influyen en la función masticatoria y que no han sido identificados plenamente, por lo que se debe seguir investigando sobre esta importante función.

**XII. REFERENCIAS**

- Agerberg G**, Carlsson GE. Chewing ability in relation to dental and general health: analyses of data obtained from a questionnaire. *Acta Odontol Scand* 1981; 39: 147-53.
- Alhajja ESJ**, Al Zo'ubi IA, Al Rousan ME and Hammad MM. Maximum occlusal bite forces in Jordanian individuals with different dentofacial vertical skeletal patterns. *Europ J Orthod* 2010; 32: 71-77.
- Bakke M**. Bite force and occlusion. *Sem Orthod* 2006; 12(2): 120-126.
- Bakke M**, Tuxen A, Vilmann P, Jensen Br, Vilmann A, Toft M. Ultrasonnd image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology and occlusal factors. *Scand J Dental Res* 1992; 100: 164-171.
- Barbeito-Andrés J**, Pucciarelli HM, Sardi ML. An ontogenetic approach to facial variation in three Native American populations. *J Comp Human Biol* 2011; 62: 56-67.
- Bonakdarchian M**, Askari N, Askari M. Effect of face form on maximal molar bite force with natural dentition. *Arch Oral Biol* 2009; 54: 201-204.
- Boretti G**, Bickel M, Geering AH. Review of masticatory ability and efficiency. *J Prosth Dent* 1995; 74(4): 400-403.
- Bosman F**, Van Der Vilt A, Abbink J, Van Der Glas H. Neuromuscular control mechanisms in human mastication. *J Text Studies* 2004; 35: 201-221.
- Braun S**, Hnat WP, Freudenthaler JW, Marcotte MR, HönigleK, Johnson BE. A study of máximum bite force during growth and development. *Angle Orthod* 1996; 66(4): 261-264.
- Brown W.E**, Eves D, Ellison M, Braxton D. Use of combined electromyography and kinesthesiology during mastication to chart the oral breakdown of foodstuffs: relevance to measurement of food texture. *J Text Studies* 1998; 29: 145-167.
- Casas A**, Viveros JL, Katz E, Caballero J. Las plantas en la alimentación Mixteca: una aproximación etnobotánica. *América Indígena* 1987; 47(2): 319-341.
- Castelo P**, Bonjardim LR, Pereira LJ, Duarte-Gavião MB. Facial dimensions, bite force and masticatory muscle thickness in preschool children with functional posterior crossbite. *Braz Oral Res* 2008; 22(1): 48-54.

**Castillo-Cisneros MC.** Tacuates. Pueblos indígenas del México contemporáneo. México: Comisión nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas 2006.

**Dahlberg B.** The masticatory effect: a new test and an analysis of mastication in more or less defective set of teeth. *Acta Med Scand* 1942; Suppl 139.

**Del Sol M.** Índices Faciales en individuos Mapuche. *Int J Morphol* 2000; 24(4): 587-590.

**Duarte-Gavião MB,** Raymundo VG, Matias-Rentes A. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Braz Oral Res* 2007; 21(2): 146-152.

**Engelen L.** Food oral processing. Fundamentals of eating and sensory perception. Reindo Unido: Wiley-Blackwell 2012.

**Edlund J,** Lamm CJ. Masticatory efficiency. *J Oral Rehab* 1980; 7: 123-130.

**Farias-Gomes SG,** Custodio W, Faot F, Del Bel Cury AA, Rodrigues-Garcia RCM. Chewing side, bite force symmetry, and occlusal contact area of subjects with different facial vertical patterns. *Braz Oral Res* 2011; 25(5): 446-52.

**Ferrario VF,** Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia M. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehab* 2004; 31: 18-22.

**Fontijn-Tekamp FA,** Slagter AP, Van Der Bilt A, Van T Hof MA, Witter DJ, Kalk W, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent. Res* 2000; 79: 1519–1524.

**Fontijn-Tekamp FA,** van der Bilt A, Abbink JH, Bosman F. Swallowing threshold and masticatory performance in dentate adults. *Physiol Behav* 2004; 83: 431-436.

**GOB DF:** Grados de marginación por unidad territorial. Delegación Iztapalapa.

Disponible en:

[http://www.iztapalapa.df.gob.mx/pdf/SIBDSI/MARGINACION/map\\_iztp.pdf](http://www.iztapalapa.df.gob.mx/pdf/SIBDSI/MARGINACION/map_iztp.pdf), consultado en junio de 2015.

**Hallak-Regalo SC,** Moreto-Santos C, Vitti M, Regalo CA, Batista-de-Vasconcelos P, Mestriner W, et al. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with White population in Brazil. *Arch Oral Biol* 2008; 53: 282-286.

**Hatch JP,** Shinkai RSA, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol* 2000; 46: 641–648.

**Hattori Y**, Satoh C, Kunieda T, Endoh R, Hisamatsu H, Watanabe M. Bite forces and their resultants during forceful intercuspal clenching in humans. *J Biomech* 2009; 42: 1533-1538.

**Heath MR**. The effect of maximum bite force and bone loss upon masticatory function and dietary selection of the elderly. *Int Dent J* 1982; 32: 345-356.

**Helkimo E**, Carlsson GE, Helkimo M. Chewing efficiency and state of dentition. A methodologic study. *Acta Odontol Scand* 1978; 36(1): 33-41.

**Hernández-Sánchez F**. Desempeño masticatorio en adultos jóvenes con oclusión normal. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias odontológicas. Octubre de 2012. Facultad de Odontología, UNAM.

**Hiemae K**. Mechanisms of Food Reduction, Transport and Deglutition: How the Texture of Food Affects Feeding Behavior. *J Text Stud* 2004; 35: 171-200.

**Hiemae K**, Palmer JB. Food Transport and Bolus Formation during Complete Feeding Sequences on Foods of Different Initial Consistency. *Dysphagia* 1999; 14: 31-42.

**Horie Y**, Kanazawa M, Komagamine Y, Hama Y, Minakuchi S. Association between near occlusal contact areas and mixing ability. *J Oral Rehab* 2014; 41: 829-835.

**Índice** marginal CONAPO 2000 disponible en:

[http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices\\_margina/indices/pdfs/mapas/b\\_2007.pdf](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/indices/pdfs/mapas/b_2007.pdf), consultado en junio de 2015.

**Ingervall B**, Minder C. Correlation between maximum bite force and facial morphology in children. *Angle Orthod* 1997; 67(6): 415-424.

**Ishikawa Y**, Watanabe I, Hayakawa I, Minakuchi S, Uchida T. Evaluations of masticatory performance of complete denture wearers using color-changeable chewing gum and other evaluating methods. *J Med Dent Sci* 2007; 54: 65-70.

**Julien KC**, Buschang PH, Throckmorton GS, Dechow PC. Normal masticatory performance in young adults and children. *Arch Oral Biol* 1996; 41(1): 69-75.

**Katsuhiko K**, Takahiro O, Garrett NR, Minoru T. Assessment of masticatory performance. Methodologies and their application. *Prosthodont Res Pract* 2004; 3: 33-45.

**Katz E**. Del frío al exceso de calor: dieta alimenticia y salud en la Mixteca. En: *Medicina tradicional, herbolaria y salud comunitaria en Oaxaca*. México: CIESAS 1992. 99-113.

**Katz E**, Vargas LA. Cambio y continuidad en la alimentación de los Mixtecos. *An Antrop* 1990; 27: 15-51.

**Käyser AF**, van der Hoeven JS. Colorimetric determination of the masticatory performance. *J Oral Rehab* 1977; 4: 145-148.

**Kiliaridis S**, Kålebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res* 1991; 70: 1262-1265.

**Kiliaridis S**, Kjellberg H, Wenneberg B, Engstrom C. The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth. A cross-sectional study. *Acta Odontol Scand* 1993; 51: 323-331.

**Koç D**, Doğan A, Bek B. Bite force and influential factors on bite force measurements: A literature review. *Eur J Dent* 2010; 4: 223-232.

**Koç D**, Doğan A, Bek B. Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(3): 274-279.

**Komagamine Y**, Kanazawa M, Minakuchi S, Uchida T, Sazaki Y. Association between masticatory performance using a colour-changeable chewing gum and jaw movement. *J Oral Rehab* 2011; 38: 555-563.

**Kubota K**, Nagae K, Shibanaï S. et al. Degenerative Changes of Primary Neurons Following Tooth Extraction. *Anat Anz* 1988; 166: 133-139.

**Kubota K**. Mechanobiological Research on the Masticatory System. *Ver Med Biol* 1989: 69-74.

**Lapunzina P**, Aiello H. Manual de Antropometría normal y patológica. Fetal, neonatal, niños y adultos. España: Masson 2002. p 100-112.

**Le Révérend BJD**, Lisa R, Edelson LR, Loret C. Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. *British J of Nutr* 2014; 111: 403-414.

**Lepley CR**, Throckmorton G, Parker S, Buschang P.H. Masticatory Performance and Chewing Cycle Kinematics. Are They Related? *Angle Orthod* 2010; 80(2): 295-301.

**Lepley CR**, Throckmorton GS, Ceen RF, Buschangd PH. Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. *Am J Orthod Dent Orthop* 2011; 139(5): 606-613.

- Little BB**, Buschang PH, Peña-Reyes ME, Tan SK, Malina RM. Craniofacial dimensions in children in rural Oaxaca, southern Mexico: secular change, 1968–2000. *Am J Phys Anthrop* 2006; 131: 127-136.
- Longquan S**. Perplexing relationship between bite force and occlusal contact area. *Am J Orthod Dent Orthop* 2011; 140: 753-4.
- Lund JP**. Mastication and its control by the Brain Stem. *CROM* 1991; 2(1): 33-64.
- Nakasima A**, Higashi K, Ichinose M. A new, simple and accurate method for evaluating masticatory ability. *J Oral Rehab* 1989; 16: 373-380.
- Malina RM**, Peña-Reyes ME, Little BB. Secular change in the growth status of urban and rural schoolchildren aged 6–13 years in Oaxaca, southern Mexico. *Annals Hum Biol* 2008; 35(5): 475-489.
- Malina RM**, Peña-Reyes ME, Tan SK, Buschang PH, Little BB. Overweight and obesity in a rural amerindian population in Oaxaca, southern Mexico, 1968–2000. *Am J Human Biol* 2007; 19: 711-721.
- Malina RM**, Peña-Reyes ME, Tan SK, Buschang PH, Little BB, Koziel S. Secular change in height, sitting height and leg length in rural Oaxaca, southern Mexico: 1968–2000. *Ann Human Biol* 2004; 31(6): 615-633.
- Maki K**, Nishioka T, Morimoto A, Naito M, Kimura M. A study on the measurement of occlusal force and masticatory efficiency in school age Japanese children. *Int J Paed Dent* 2001; 11: 281-285.
- Manly RS**, Braley LC. Masticatory performance efficiency. *J Dent Res* 1950; 29: 448-462.
- Mercier P**, Poitras P. Gastrointestinal symptoms and masticatory dysfunction. *J Gastroenterol Hepatol* 1992; 7: 61-65.
- Modesto-de-Abreu RA**, Domingues-Pereira M, Furtado F, Ribeiro-Prado GP, Mestriner W, Masako Ferreira L. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. *Arch Oral Biol* 2014; 59: 1065-1074.
- Mountain G**, Wood D, Toumba J. Bite force measurement in children with primary dentition. *Int J Paed Dent* 2011; 21: 112-118.
- Nakata M**. Masticatory function and its effects on general health. *Int Dental J* 1998; 48: 540-548.

**Ohira A**, Yoshiaki O, Yano N, Takagi Y. The effect of chewing exercise in preschool children on maximum bite force and masticatory performance. *Int J Paed Dent*; 22: 146-153.

**Okiyama S**, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *J Oral Rehab* 2003; 30: 278-282.

**Olthoff LW**, Bilt AVD, Bosman F. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol* 1984; 11: 899-903.

**OMS**. Evaluación nutricional. disponible en:

<http://www.fmed.uba.ar/depto/nutrievaluacion/TABLAS%20Y%20GRAFICOS%20EVAL%20NUTRICIONAL%202012.pdf>, consultado en junio de 2015.

**Orchardson R**, Cadden SW. Mastication, in scientific basis of eating. *Front Oral Biol* 1998; 9:76-121.

**Oueis H**. Factors affecting masticatory performance of Japanese children. *Int J Paed Dent* 2009; 19: 201-205.

**Owens S**, Buschang PH, MA, Throckmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dent Orthop* 2002; 121(6): 602-609.

**Peña-Reyes ME**, Tan SK, Malina RM. Urban–Rural contrasts in the physical fitness of school children in Oaxaca, Mexico. *Am J Human Biol* 2003; 15: 800-813.

**Pera P**, Bucca C, Borro P, Bernocco C, De Lillo A, Carossa S. Influence of Mastication on Gastric Emptying. *J Dent Res* 2002; 81(3): 179-181.

**Proffit WR**, Fields HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal and long face adults. *J Dent Res* 1983; 62: 566-570.

**Ramos-Rodríguez RM**. Perfil morfológico de menores residentes en Tlaxiaco, Oaxaca: una propuesta metodológica. *Estudios de Antropología Biológica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia 2005. 451-471.

**Ringqvist M**. Isometric bite force and its relation to dimensions of the facial skeleton . *Acta Odontol Scand* 1973; 31: 35-42.

**Riqueto-Gambareli F**, Diaz-Serra M, Pereira LJ, Duarte-Gaviao MB. Influence of measurement technique, test food, teeth and muscle force interactions in masticatory performance. *J Text Stud* 2007; 38: 2-20.



**Romero-Velarde E**, Campollo-Rivas O, Castro-Hernández JF, Cruz-Osorio MR, Vásquez-Garibay EM. Hábitos de alimentación e ingestión de calorías en un grupo de niños y adolescentes obesos. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2006; 63(3): 187-194.

**Salomé-Marquezin MC**, Fernanda Yukie-Kobayashi F, Marangoni-Montes AB, Duarte Gavião MB, Midori-Castelo P. Assessment of masticatory performance, bite force, orthodontic treatment need and orofacial dysfunction in children and adolescents. *Arch Oral Biol* 2013; 58: 286-292.

**Sassouni V**. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 1969; 55: 109-123.

**Sato N**, Yoshiike N. Dietary patterns affect occlusal force but not masticatory behavior in children. *J Nutr Sci Vitaminol* 2011; 57: 258-264.

**SEDESOL**. Catálogo de datos demográficos por localidad. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=090070001>

**Sierpinska T**, Golebiewska M, Dlugosz JW. The relationship between masticatory efficiency and the state of dentition at patients with non rehabilitated partial lost of teeth. *Adv Med Scien* 2006; 51: 196-199.

**Sierpinska T**, Golebiewska M, Lapuc M. The effect of mastication on occlusal parameters in healthy volunteers. *Adv Med Sci* 2008; 53(2): 316-320.

**Slagter AP**, van del Glas HW, Bosman F, Olthoff WO. Force deformation properties of artificial and natural foods for testing chewing efficiency. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 790–799.

**Smith SS**, Buschang PH, Watanabe E. Interarch tooth size relationships of 3 populations: “Does Bolton’s analysis apply?” *Am J Orthod Dent Orthop* 2000; 117: 169-174.

**Sobradillo B**, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Refnández-Ramos C, Lizárraga A, Lorenzo H, et al. Curvas y tablas de crecimiento. Estudios longitudinal y transversal. España 2004: elkar-mccgraphics.

**Suzuki M**, Ishiyama I, Takiguchi T, Ishikawa H, Suzuki Y, Sato Y. Effects of gum hardness on the response of common carotid blood flow volume, oxygen uptake, heart rate and blood pressure to gumchewing. *J Masticat and Health Sci* 1994; 4: 51-62.

**Uchida T.** Study on evaluation of masticatory function of complete denture wearers: factors influencing masticatory function and proper test foods for evaluation. *Kokubyo Gakkai Zasshi* 1991; 58: 182-97.

**van der Bilt A,** Tekamp F.A, Van Der Glas H.W, Abbink J.H. Bite force and electromyography during maximum unilateral and bilateral clenching. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 217-222.

**van der Bilt A,** van de Glas HW, Mowlana F, Heath MR. A comparison between sieving and optical scanning for the determination of particle size distributions obtained by mastication in man. *Arch Oral Biol* 1993; 38: 159-162.

**van Spronsen PH.** Masticatory muscles in normal and long-face humans. Amsterdam. University of Amsterdam 1993.

**Vargas-Montero G,** Alvarado-Gaytán S. El problema alimentario en un pueblo Mixteco: San Martín Peras, Oaxaca. Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales. Universidad Veracruzana. Anuario X, 1995, p. 173-197.

**Vatant F.** Primera radiografía de una experiencia colectiva de campo en la zona tacuate, Proyecto de investigación formativa: etnografía e identidad, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México, 2003.

**Wright BW.** Craniodental biomechanics and dietary toughness in the Cebus. *J Hum Evol* 2005; 48: 473-492.

**Yamanaka R,** Akther R, Furuta M, Koyama R, Tomofuji T. Relation of dietary preference to bite force and occlusal contact area in Japanese children. *J Oral Rehab* 2009; 36: 584-591.

**Yamashita S,** Sakai S, Hatch JP, Rugh JD. Relationship between oral function and occlusal support in denture wearers. *J. Oral Rehab* 2000; 27: 881–886.

XIII. ANEXOS

ANEXO 1



**CONSENTIMIENTO VALIDAMENTE INFORMADO**

**RELACIÓN DEL BIOTIPO FACIAL, CONTACTOS OCLUSALES Y MÁXIMA FUERZA OCLUSAL CON EL DESEMPEÑO MASTICATORIO**

Antes de aceptar la participación de su hijo(a) en este proyecto de investigación es importante que esté enterado que la participación es voluntaria y que entienda en qué consistirá su participación.

**¿QUIENES PARTICIPARÁN EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN?** Niños con mordida normal de 8 a 10 años de edad del Estado de Oaxaca y del Distrito Federal.

**¿CUAL ES EL PROPÓSITO DE ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN?** Obtener información sobre algunas mediciones de la cara de los niños, las superficies de los dientes que chocan al morder, la fuerza con la que muerden y que tanto parten los alimentos en pedazos pequeños al masticarlos.

Para tal fin, en caso de que el padre, madre o responsable legal del niño(a), y el niño(a) acepten participar:

**LA PARTICIPACIÓN DEL NIÑO CONSISTIRÁ EN:** Mediciones de la cara del niño con unos compases, colocación de un material parecido a gelatina en la boca para obtener medidas de los dientes, obtención de la fuerza con que el niño mastica mordiendo un aparato de plástico que da la fuerza, masticación de unas tabletas de plástico hasta que estén preparadas para ser tragadas, sin embargo el niño no las comerá. La sesión durará entre 20 y 30 minutos. En caso de que el niño requiera descanso durante la masticación podrá indicárselo al Odontólogo que estará supervisando el procedimiento. Esto se realizará dentro de las instalaciones de la escuela a la que el niño acude a sus clases. Antes de iniciar las pruebas se le pedirá al padre o tutor del niño que conteste un breve cuestionario.

**No existen beneficios directos para el niño por participar en el estudio**, sin embargo la información que se obtenga servirá para conocer mejor como mastican los niños en condiciones de salud, siendo de suma utilidad para futuras generaciones.

**Los riesgos de su participación en el proyecto de investigación** son mínimos por que no existen efectos adversos por masticar los alimentos proporcionados, ya que estos cumplen con todas las normas de higiene y sanidad.

**Confidencialidad de los datos.-** Solo se utilizarán datos como edad, sexo y tipo de mordida, y su nombre permanecerá en el anonimato y no será utilizado en ninguna publicación o presentación. De hecho, los datos serán agrupados y manejados en conjunto y no en forma individual.

**Antes de firmar este documento:** Tanto los padres o tutores y el niño(a) deben estar de acuerdo en participar en el proyecto de investigación, se le deben de haber contestado todas sus preguntas y deben saber que pueden no continuar en el estudio si así lo desean.

Su firma indica que acepta que su hijo(a) participe en el proyecto de investigación.

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del niño:  
\_\_\_\_\_

Relación que guarda con el niño(a):  
\_\_\_\_\_

Nombre y firma del padre/madre o tutor  
\_\_\_\_\_

Responsable:

CD. Noel Arias Márquez  
Tel cel 5523097163

**ANEXO 2**

**FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

FECHA: \_\_\_\_\_  
 Expediente: \_\_\_\_\_  
 Localidad: Iztapalapa ( ) Oaxaca ( )  
 Nombre del niño: \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_  
 Nombre de la madre: \_\_\_\_\_  
 Originaria: \_\_\_\_\_  
 Nombre del Padre: \_\_\_\_\_  
 Originario: \_\_\_\_\_

Altura facial Total (N-Gn) (mm)	Anchura de la cara (Zy-Zy) (mm)	Índice Facial (AFT/AC)	Biotipo

Máxima fuerza oclusal					
6s Der		Incisivos		6s Izq	
1 <sup>a</sup>		1 <sup>a</sup>		1 <sup>a</sup>	
2 <sup>a</sup>		2 <sup>a</sup>		2 <sup>a</sup>	
3 <sup>a</sup>		3 <sup>a</sup>		3 <sup>a</sup>	
		4 <sup>a</sup>			
x		x		x	

Contactos oclusales	
Contactos oclusales	
Contactos cercanos	

<b>Total</b>	
--------------	--

Expediente: \_\_\_\_\_

A los 20 ciclos

TAMIZ							
	5-6mm	4.0mm	2.8mm	2.0mm	.85mm	.425mm	0.25mm
Peso total							
Dureza							
Peso en el tamiz							
%							
Tamaño medio de las partículas							

Al umbral de la masticación

TAMIZ							
	5-6mm	4.0mm	2.8mm	2.0mm	.85mm	.425mm	0.25mm
Peso total							
Peso en el tamiz							
%							
Tamaño medio de las partículas							

Duración de la secuencia al umbral de la masticación/ y duración del ciclo

	1	2	3	4	5	Total	Duración del ciclo
Duración (milisegundos)							
# de ciclos							

Duración ciclo/ 20 ciclos

	1	2	3	4	5	Total	Duración del ciclo
Duración (milisegundos)							
# de ciclos							

Comentarios: \_\_\_\_\_