



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
MÉDICAS ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

**EVALUACIÓN DEL SABOR DEL ALIMENTO EN LAS  
PRUEBAS DE DESEMPEÑO MASTICATORIO EN NIÑOS  
DE 8 A 10 AÑOS DE EDAD.**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS**

**P R E S E N T A:**

**MARÍA GUADALUPE VEGA PAZ**

**TUTORA: DRA. ANA MARÍA WINTERGERST LAVÍN**  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CIUDAD DE MÉXICO, CIUDAD UNIVERSITARIA

MAYO 2016



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.

*Gracias Dios por llenar mi vida de dicha y bendiciones...*

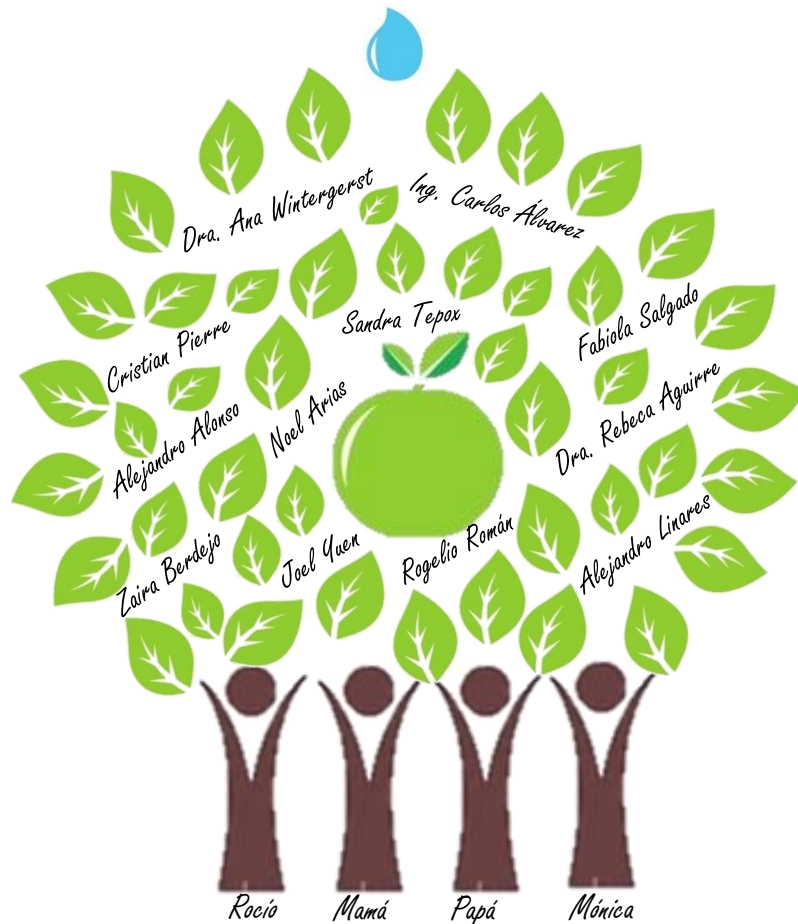
*Gracias a las personas que me apoyaron mucho durante el proyecto  
sin ustedes no hubiera sido fácil.*

*Quiero agradecer a mi tutora la Dra. Ana Ma. Wintergerst Lavín por su amistad,  
tiempo y dedicación, así como por su invaluable ayuda y cuya dirección amable e  
inteligente fue puntual para poder concluir este proyecto.*

*Gracias a todos los profesores que compartieron conmigo sus conocimientos y  
su gran calidad humana, les tengo gran respeto y admiración.*

*Gracias a mis compañeros y amigos por las experiencias vividas  
durante la maestría.*

*Gracias a las personitas que sin ser parte de esto me escuchan y  
apoyan en todo momento cuando todo parece difícil.*



*Gracias por acompañarme en cada etapa de mi vida y por  
ser mi sostén en todo momento, sin ustedes nada de esto  
sería realidad, son quienes me mantienen viva.*

*Los quiero mucho!*

# EVALUACIÓN DEL SABOR DEL ALIMENTO EN LAS PRUEBAS DE DESEMPEÑO MASTICATORIO EN NIÑOS DE 8 A 10 AÑOS DE EDAD.



Dirección General de Asuntos  
del Personal Académico

Este trabajo de investigación fue financiado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT). **Proyecto IN220413**

# Índice

	página
1. Introducción .....	1
2. Antecedentes .....	2
3. Planteamiento del Problema.....	12
4. Justificación.....	13
5. Objetivos .....	14
6. Hipótesis .....	15
7. Metodología.....	16
8. Resultados .....	36
9. Discusión.....	50
10. Conclusiones .....	56
11. Referencias Bibliográficas .....	57
12. Anexos .....	61

## Resumen

Cuando se evalúa la función masticatoria de manera objetiva se prefiere el uso de los alimentos artificiales sobre los naturales ya que sus propiedades pueden ser fácilmente estandarizadas, sin embargo, estos alimentos carecen de sabor y se desconoce si la ausencia de sabor en el alimento prueba artificial a base de silicón por condensación influye sobre los resultados en pruebas de desempeño masticatorio.

**Objetivo:** Comparar el desempeño masticatorio utilizando el mismo alimento prueba con sabor y sin sabor en niños de 8 a 10 años de edad.

**Métodos:** Se realizó un protocolo para la adición de sabor al alimento prueba artificial a base de silicona (Optosil-Comfort®) sin modificar las propiedades del material (dureza, textura, tracción etc.). La fórmula final consistió en 25 g de silicón por condensación (Optosil), 3 cm de activador, 0.1 g de ácido cítrico, 0.005 g de sucralosa y 0.13 mL de saborizante de naranja. Después de esto se evaluó el tamaño medio de partícula al umbral de la deglución y después de 20 ciclos en 28 niños de 8 a 10 años de edad (10 niños, 18 niñas) utilizando alimento prueba artificial y aleatorizando el orden de las pruebas. También se evaluó el número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución. Se realizaron pruebas de comparación T- pareadas y Wilcoxon según la normalidad de las variables.

**Resultados:** No existieron diferencias significativas para el tamaño medio de partícula después de 20 ciclos entre los dos tipos de alimento (media:  $3.68 \pm 0.65$  mm con sabor y  $3.73 \pm 0.66$  mm sin sabor  $p=0.521$ ) o al umbral de la deglución ( $2.77 \pm 1.15$  mm con sabor y  $2.57 \pm 0.99$  mm sin sabor  $p=0.135$ ). No existieron diferencias significativas en el número de ciclos necesarios para el umbral (media: 40.3 con sabor, 40.1 sin sabor,  $p=0.910$ ), ni en la duración del ciclo masticatorio a 20 ciclos (mediana: 0.63 s con sabor y 0.65 sin sabor  $p=0.111$ ) y al umbral de la deglución (mediana: 0.64 con sabor, 0.64,  $p=0.331$ ). Siempre existe una pérdida de material ya sea durante el procesado de la muestra, al momento de escupir el material o incluso pudiese existir deglución del material. Al analizar el faltante de material hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.024$ ).

**Conclusiones:** El sabor no influye en el desempeño masticatorio en niños de 8 a 10 años de edad y por tanto, las tabletas de silicón normalmente utilizadas para evaluar la función masticatoria proveen de resultados válidos en el estudio de esta importante función en niños.

## Abstract

When evaluating masticatory function artificial test-foods are preferred over natural foods because their material properties can be standardized. Nevertheless, these test-foods have no flavor. Are the results of masticatory function tests different when using flavored or unflavored test-food.

**Objective:** To compare masticatory performance using the same test-food with and without flavor in 8-10 year old children.

**Methods:** Preliminary tests were performed to flavor silicone tablets (Optosil-Comfort<sup>®</sup>) without modifying its material properties (hardness, texture, traction, etc.). The final formulation consisted of 25g of silicone, 3cm of activator, 0.1grs of citric acid, 0.005grs sucralose and 0.13mL of orange flavoring. After this, medium particle size (MPS) at swallowing threshold (ST) was evaluated in 28, 8-10 year old children (10 boys, 18 girls) with the test-food provided in random order. The number of cycles needed to reach ST and cycle duration were also measured. Paired-T and Wilcoxon-tests were used to compare both test conditions.

**Results:** No statistically significant differences were found for MPS after 20 cycles between test foods (mean:  $3.68 \pm 0.65$  mm with,  $3.73 \pm 0.66$  mm w/o flavor  $p=0.521$ ) or at ST ( $2.77 \pm 1.15$  mm with and  $2.57 \pm 0.99$  mm w/o flavor  $p=0.135$ ). There were no significant differences in the number of cycles needed to reach ST (mean:  $40.3 \pm 17.4$  with,  $40.1 \pm 17.4$  w/o flavor  $p=0.910$ ). There is always a small loss of test material during sieving, the subject may also spit particles out of the filter or swallow a small amount (not toxic). There was a significant difference in the amount of test material lost ( $p=0.024$ ). We found no significant differences in cycle duration after 20 cycles (median: 0.63s with, 0.65s w/o flavor  $p=0.111$ ) or at ST (median: 0.64s with, 0.64s w/o flavor  $p=0.331$ ).

**Conclusions:** Flavor does not influence the variables tested in 8-10 year old children, hence the flavorless silicone tablets normally used to evaluate masticatory function provide valid measures to study this important function in children.

## 1. Introducción

La masticación es un proceso complejo durante el cual los alimentos son triturados para facilitar el proceso digestivo. La función masticatoria puede ser evaluada a través de la medición del desempeño masticatorio que consiste en la habilidad de los individuos para fracturar el alimento en porciones más pequeñas después de un determinado número de ciclos masticatorios.

Diversas investigaciones se han enfocado en el estudio objetivo del desempeño masticatorio utilizando alimentos naturales y artificiales para simular los procesos llevados a cabo durante la masticación. Un alimento artificial debe de cumplir con ciertos criterios para ser aceptado como material de prueba: 1. Debe parecerse a un alimento natural, 2. No debe disolverse en agua o saliva, 3. No debe romperse a lo largo de líneas predeterminadas, 4. Debe poderse estandarizar, no debe ser perecedero y debe tener un buen o al menos un sabor indiferente.

La silicona por condensación es uno de los materiales más utilizados para elaborar alimento prueba artificial y cumple con dichas características, es un material estable, preciso, reproducible y tiene propiedades mecánicas que son comparables con los alimentos naturales y aunque no reproduce por completo las propiedades de un alimento natural los resultados muestran que sus características son lo suficientemente similares para ser utilizado como una alternativa reproducible para la evaluación del desempeño masticatorio.

Pese a que la silicona por condensación (Optosil Comfort<sup>®</sup>) es considerada un alimento prueba ideal, se ha cuestionado si la falta de sabor de las muestras puede modificar los resultados del desempeño masticatorio de los sujetos en estudio de igual manera que lo hacen parámetros como la textura y la dureza.

Los resultados de este estudio indican que el sabor del alimento prueba artificial a base de silicona por condensación no modifica los resultados de las pruebas de desempeño masticatorio al umbral y después de 20 ciclos así como el número de ciclos masticatorios en una población de niños mexicanos entre 8 y 10 años de edad, grupo de edad poco estudiado en todo el mundo.

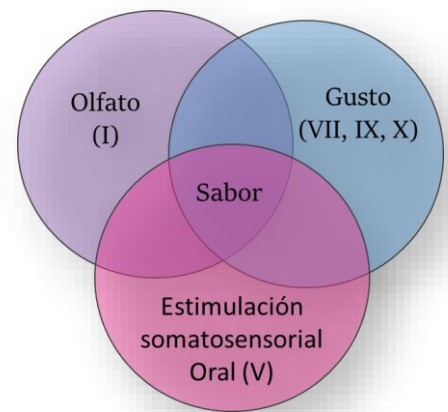


## 2. Antecedentes

### El Sabor en los Alimentos

El consumo de los alimentos se ve condicionado por múltiples factores que determinan el momento de la ingesta y la aceptación o no de estos. La apariencia, el sabor y la textura son los tres principales atributos de aceptabilidad de los alimentos que proporcionan el placer al comer (**Pereira et al., 2006**). En este caso nos enfocamos al estudio del sabor.

De acuerdo con “The International Organization for Standardization” (**ISO 5492, 2008**) el “sabor” se puede definir como una compleja combinación de las sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación. Es decir, la combinación perceptual de tres sistemas sensoriales anatómicamente distintos, el olor (nervio craneal I), la estimulación somatosensorial química oral (nervio craneal V) y el sabor (nervios craneales VII, IX, y X). (Figura 1). Se cree que los humanos son sensibles a 5 sabores básicos: dulce, ácido, salado, amargo y umami, además de otros sabores alcalinos y metálicos (**Beauchamp y Mennella, 2011**).



**Figura 1.** Sentidos estimulados por el procesamiento oral de los alimentos

Las evaluaciones sensoriales de los alimentos comienzan antes de su ingestión al tocar, ver y oler el alimento y continúa en la boca al evaluar su sabor y textura durante el procesado y deglución en la cavidad oral (**de Wijk et al., 2003**). A lo largo de todo este proceso, el alimento interactúa con los diferentes receptores en la boca, la garganta y la nariz que envían información al cerebro sobre la calidad de la comida, lo que permite que el consumidor evalúe el producto antes de su deglución. Los principales sentidos estimulados por el procesamiento oral de los alimentos son:

- Gusto (sabor)
- Olfato (aroma)
- Tacto (textura)

Estudios recientes indican que el sabor de los alimentos puede influenciar en cómo la comida es digerida, absorbida y metabolizada (**Teff, 1996**).

Las sensaciones gustativas y en específico el sabor de los alimentos se detecta cuando las moléculas del saborizante son transportadas desde la comida hacia los receptores que se encuentran en las papilas gustativas en la superficie de la lengua a través de la saliva que rodea la comida (Figura 2). Los saborizantes no volátiles son detectados por los receptores del gusto en la lengua y los componentes volátiles por los receptores olfativos en la nariz. La presencia de saliva puede modificar la velocidad de difusión y transferencia del sabor. Para crear una señal perceptible a partir de los receptores del gusto, se requiere una cantidad mínima de saborizante “umbral de sabor” considerado como el nivel en el que el 50% de un grupo puede detectar el saborizante (Brown et al., 1996).



**Figura 2.** Las moléculas del saborizante son percibidas por las papilas gustativas de la lengua.

### La Masticación y el Sabor de los Alimentos

La masticación es considerada la función más importante de la cavidad oral y el primer paso para la digestión. Consiste en un proceso complejo, no aleatorizado en donde los alimentos son sometidos a una serie de interacciones entre los diferentes componentes del aparato masticatorio: la saliva, la lengua, los dientes, los labios y las mejillas, procesando y cambiando su estado físico hasta que es convertido en un bolo adecuado para su deglución y posterior procesamiento en el sistema digestivo (de Wijk et al., 2003; Hiimäe, 2004; Toro et al., 2006).

La masticación además de la fragmentación y la humectación de los alimentos también imparte sensaciones agradables relacionadas con el gusto y el placer de comer. Se sugiere que la liberación del sabor de los alimentos puede estar relacionada con la superficie de las partículas del alimento fragmentado y por lo tanto estará relacionada con el desempeño masticatorio (Brown et al., 1996; Pereira et al., 2006, Van der Bilt et al., 2006) pero de igual manera la masticación dependerá a su vez del tipo de alimento, la intensidad de sabor y el grado de aceptabilidad de éste (Chen, 2009). Entonces, podemos resumir que durante la masticación y la deglución, la liberación de sabor depende de la composición de alimentos, la textura, la saliva y los parámetros de la masticación, así como la naturaleza de los compuestos del sabor del alimento.

Un estudio realizado por **Bellisle et al. (2000)** mostró que la masticación variaba con la palatabilidad del alimento [*significa que es agradable para el paladar o el gusto de un individuo*]. Se observó que el tiempo de la masticación, el número de ciclos masticatorios y la duración de la pausa entre dos bocados sucesivos fue menor conforme la palatabilidad aumentaba, sin embargo, el momento de la deglución no cambió como un efecto del estímulo del sabor (Figura 3).



**Figura 3.** La masticación varía con la palatabilidad del alimento.

En estudios realizados con alimento de gelatina adicionando un sabor amargo a base de quinina [*sustancia alcaloide vegetal de color blanco y sabor amargo, obtenida de la corteza del quino*] no se mostraron cambios en los patrones de la masticación a bajas concentraciones (**Alfonso et al., 2002**); sin embargo, el aumento en las concentraciones del sabor amargo provocó una disminución significativa del número de ciclos masticatorios (**Neyraud et al., 2005**) (Figura 4).



**Figura 4.** El sabor amargo provoca una disminución en el número de ciclos masticatorios.

Así como el sabor de los alimentos tiene un efecto sobre el aumento o reducción en el número de ciclos masticatorios, la masticación también influye sobre la percepción que tienen los individuos sobre el sabor de los alimentos (**Wilson y Brown, 1997; Brown et al., 1996; Noble, 1996, Salles et al., 2011**).

Las propiedades de los alimentos tales como la textura y la dureza han demostrado tener una importante influencia sobre la masticación (**Van der Bilt et al. 1995; Hiimäe et al., 1996; Pereira et al. 2006**) y aunque es de suponerse que el sabor de la comida también tiene una considerable influencia en dicho proceso, no se han realizado suficientes estudios sobre ello.

## Mecanismos para el procesado de los alimentos

El consumo de un alimento implica diversos procesos dentro de la boca, entre ellos: el primer bocado, la masticación, el transporte, la formación del bolo y la deglución. El principal objetivo del procesamiento intraoral de los alimentos, comenzando desde el primer bocado hasta el momento de su deglución, es asegurar que los alimentos se transformen a partir de su forma y tamaño inicial a una forma fácil de deglutir a través del bolo y a su vez garantizar una apreciación completa de la textura y el sabor de los alimentos (Chen, 2009).

Diferentes investigadores han desarrollado modelos para describir la secuencia de acontecimientos que ocurren dentro de la cavidad oral para el procesado de los alimentos. Se dice que el procesado de los alimentos en los humanos se da a través de un patrón de etapas secuenciales que se dan de manera estereotipada; sin embargo, este patrón supone una diferencia fundamental entre el procesado de alimentos líquidos y alimentos sólidos, debido a que sus propiedades mecánicas son diferentes (Lucas et al., 2002; Hiimäe, 2004).

## Procesado de los alimentos líquidos

Los seres humanos ingieren líquidos a través de diferentes medios como un vaso, una botella y sea cual sea el método, el líquido se acumula en la cavidad oral (Figura 5). Cuando el líquido se introduce en la cavidad oral, la lengua se eleva hacia el paladar duro y comienza a empujar el líquido hacia la parte posterior de la cavidad oral. Enseguida el sellado posterior entre el velo del paladar y la lengua se abre bruscamente, y el líquido pasa rápidamente a través de las fauces hacia la faringe. Éste es propulsado por el esófago mediante una combinación de movimientos de la lengua y de la faringe. En el caso de ingerir un líquido nocivo, identificado como tal, se expectora y el proceso es abortado (Hiimäe, 2004).



**Figura 5.** Los seres humanos ingieren líquidos a través de diferentes medios como es un vaso.

## Procesado de los alimentos sólidos

En los seres humanos todos los alimentos sólidos ingeridos, independientemente del tamaño del bocado y la textura inicial del alimento se procesan, en general, de la misma manera (Figura 6). **Hiimae (2004)** propuso una secuencia de etapas por las que pasa un alimento durante su procesamiento: Transporte I: el paso del alimento desde los dientes anteriores hacia los molares para la reducción de tamaño; Procesado: el alimento es procesado mediante una serie de ciclos masticatorios; Transporte II: procesamiento del alimento en la zona de molares y la parte posterior de la cavidad oral para la formación de bolo.

**Transporte I.** En esta primera etapa, los alimentos sólidos son ingeridos a través de un bocado, éste es transportado desde la zona de incisivos hacia las superficies oclusales de premolares y molares mediante un movimiento de retracción de la lengua, este momento puede durar desde 2 s o más y comienza cuando el alimento pasa por los incisivos y termina con la primera ruptura del bocado ingerido. En esta etapa se genera información sobre el olor, sabor y textura del alimento lo cual genera una rápida decisión entre continuar con el procesamiento del alimento hasta su deglución o abortar el proceso.

**Procesado.** En esta fase, el alimento es procesado mediante una serie de ciclos masticatorios necesarios para triturar y suavizar los alimentos. El número de ciclos masticatorios está altamente correlacionado con las características físicas de los alimentos pero también se ve afectada por los estilos de alimentación de cada individuo (**Hiimae, 2004; Chen, 2009**).

**Transporte II.** A medida que continúa el procesamiento del alimento, las porciones suficientemente trituradas pueden ser transportadas a la orofaringe y en algún momento llevarse a cabo la deglución, mientras que el alimento residual presente en la boca continúa procesándose. Éste alimento es transportado hacia la orofaringe posteriormente. Al final de cada secuencia de alimentación, casi siempre se presenta un periodo de "limpieza" esto es, cuando la lengua recorre el vestíbulo y surco infralingual detectando partículas residuales que luego son recogidas y deglutidas como un bolo final. (**Hiimae, 2004**).



Figura 6. Los alimentos sólidos son ingeridos a través de un bocado.

## **Evaluación de la Función Masticatoria**

Uno de los objetivos principales de la Odontología debería ser mantener o restablecer una masticación adecuada, sin embargo, puede ser considerado como el objetivo último de la atención dental, incluso si la Odontología se asocia con mayor frecuencia a la reconstrucción dental en lugar de la funcional. Esto puede ser porque los investigadores han carecido de un método cuantitativo fácil para diferenciar entre individuos con la masticación normal, y aquellos con deterioro de la función masticatoria en el consultorio dental y así devolver una adecuada función masticatoria que permita al individuo una correcta masticación de los alimentos y en consecuencia una adecuada digestión y absorción de los nutrientes **(Woda et al., 2006; Boretti et al., 1995)**. La masticación es un proceso importante no solo para la correcta trituración de los alimentos sino también en edades tempranas para un adecuado desarrollo del maxilar y la mandíbula **(Gavião et al., 2007)**. Por ello, diferentes investigadores se han dedicado al estudio de la medición de la función masticatoria en diferentes situaciones tales como: pacientes con normooclusión vs pacientes con maloclusión **(Toro et al., 2006)**, pacientes desdentados, pacientes portadores de prótesis entre otros. Estas investigaciones se han realizado en su mayoría en población adulta teniendo hasta la fecha poca información sobre la función masticatoria en niños.

La función masticatoria se puede describir en términos objetivos como la capacidad de una persona para fragmentar el alimento sólido o como la respuesta subjetiva de una persona a preguntas relativas a la masticación de los alimentos **(Van der Bilt, 2011)**.

## **Evaluación Subjetiva de la Función Masticatoria**

La evaluación subjetiva de la función masticatoria o función masticatoria autopercibida ha sido estudiada a través de entrevistas o cuestionarios realizados a los sujetos en estudio acerca de su habilidad masticatoria. Esta evaluación incluye otros aspectos de la masticación que no se pueden obtener a partir de pruebas objetivas, sin embargo, los estudios que utilizan cuestionarios o entrevistas para la evaluación de la función masticatoria carecen de la objetividad necesaria para la evaluación de dicha función **(Boretti et al., 1995; Ekuni et al., 2012)**.

## Evaluación Objetiva de la Función Masticatoria

La evaluación objetiva de la función masticatoria se ha podido lograr a través de la medición del “*desempeño masticatorio*” que es definido como la capacidad que tiene un individuo de fragmentar el alimento en porciones más pequeñas después de un determinado número de ciclos masticatorios (**Bates et al., 1976**). Este tipo de evaluación puede ser utilizado eficazmente por los investigadores siempre y cuando, el método de medición esté estandarizado (**Boretti et al., 1995**). Varios métodos de evaluación de la función masticatoria han demostrado ser útiles en ensayos clínicos (**Woda et al., 2011**).

Christiansen en 1922 fue el primer investigador que elaboró un método para medir el desempeño masticatorio de las personas portadoras de prótesis total. En sus experimentos, los sujetos masticaban trozos de almendras y coco. Posteriormente se determinaba el peso del alimento masticado después de ser secado (**Dahlberg, 1946**).

Varios métodos han sido desarrollados por los investigadores para evaluar la función masticatoria pero los que se utilizan con mayor frecuencia se basan en un material de prueba, que primero se mastica y luego se escupe; el número de ciclos masticatorios utilizados durante las pruebas varían de acuerdo al propósito del estudio, sin embargo, 20 ciclos se han utilizado como prueba estandar (**Manly y Braley, 1950**). Posteriormente, las partículas resultantes se tamizan y el grado de fragmentación de los alimentos se determina por tamizado. Esta técnica se ha utilizado desde 1924, para determinar el grado de fragmentación de la comida masticada (**Manly y Braley, 1950; Edlund y Lamm, 1980; Van der Bilt et al., 1993; Fontijn-Tekamp et al., 2004; Toro et al., 2006**) y todavía se considera que es un método factible.

Para medir la distribución del tamaño de partícula, se han utilizado métodos de tamizado simple o múltiple. En los métodos de tamizado simple, se calcula el porcentaje en peso del bolo alimenticio fragmentado que pasa a través de un tamiz con abertura fija para obtener la puntuación del desempeño masticatorio. En los métodos de tamizado múltiple, el tamaño medio de partícula de los alimentos se calcula mediante la ecuación de Rosin- Rammler en un gráfico que muestra el porcentaje acumulado de peso en función del tamaño de las partículas en cada tamiz. El tamizado simple es mucho más fácil de realizar en comparación con el tamizado múltiple, sin embargo, este último puede proporcionar una estimación más precisa del desempeño masticatorio (**Sugiura et al., 2009**).

## Alimentos para las Pruebas de Desempeño Masticatorio

La prueba más común para evaluar el desempeño masticatorio consiste en pedir a los sujetos masticar un alimento prueba. Sin embargo, este desempeño puede depender del tipo de alimento prueba que se esté empleando. Diferentes estudios han evaluado el desempeño masticatorio de manera objetiva utilizando una variedad de alimentos que se pueden clasificar de la siguiente manera: alimentos naturales, alimentos naturales modificados y alimentos prueba artificiales (Figura 7), (**Fontijn-Tekamp et al., 2004**).

## Alimentos Prueba Naturales

Desde 1940, se han empleado una variedad de alimentos naturales que han sido propuestos como alimentos para evaluar el desempeño masticatorio, dentro de los cuales podemos enlistar el uso de: avellanas, cacahuates, claras de huevo cocidas, carne, papas, queso, manzanas, nabos, coco, zanahorias, almendras, nueces, granos de café, frijoles de soya, gelatina endurecida y ositos de goma (**Yurkstas A y Manly, 1950; Fontijn-Tekamp et al., 2004**).

El uso de los alimentos naturales tiene la ventaja de que al ser consumidos normalmente por los sujetos facilitan las mediciones debido a que los sujetos se encuentran acostumbrados al consumo de estos (**Riqueto et al., 2007**). Sin embargo, los alimentos naturales presentan desventajas para su uso en la evaluación del desempeño masticatorio, una de estas desventajas es que los alimentos naturales suelen contener una gran cantidad de agua y sustancias solubles en saliva, y esto crea problemas en los análisis debido a los cambios en el peso y el volumen. Además de que la cantidad de agua y de sustancias solubles varían, cuando el material está siendo pulverizado como cuando las partículas están secas y en consecuencia, puede resultar imposible determinar hasta qué punto las partículas sólidas se han perdido en el curso de la masticación lo cual hace que la estandarización del alimento sea difícil (Edlund y Lamm. 1980). También un alimento natural puede variar su consistencia debido a influencias tanto de localización geográfica como de temporada estacional, comprometiendo la validez externa de los estudios (**Fontijn-Tekamp et al., 2004**).



## Alimentos Prueba Naturales Modificados

Se han desarrollado alimentos naturales modificados para evaluar de una manera más sencilla el desempeño masticatorio en la clínica y estos han sido goma de mascar de color y cera de parafina de color (Fontijn-Tekamp et al., 2004) (Figura 7).

## Alimentos Prueba Artificiales

Se han empleado también como material de prueba una gran variedad de alimentos artificiales elaborados principalmente con elastómeros (siliconas). El uso de estos alimentos se ha preferido sobre los naturales ya que presentan las siguientes ventajas: reproducibilidad de sus propiedades físicas, tales como tamaño, forma y dureza. En segundo lugar, no son objeto de variación estacional en cuanto a textura y consistencia. Por último, a los alimentos prueba artificiales se les puede dar el color, el tamaño o la forma deseada, tal como cubos o comprimidos. Sin embargo, una desventaja de los alimentos prueba artificiales es que los sujetos no están acostumbrados a comerlos y por lo tanto, se puede cuestionar si las partículas producidas en el momento de la deglución de un alimento prueba artificial corresponden a los tamaños de las partículas que los sujetos normalmente degluten de un alimento natural. (Fontijn-Tekamp et al., 2004).

Dahlberg (1942) enlistó los requisitos que debería cumplir un alimento prueba ideal:

1. Debe parecerse a un alimento natural, es decir, no ser tan fácil de masticar que incluso pueda ser aplastado por los rebordes alveolares o tan difícil que las personas con una mala dentadura no puedan realizar las pruebas.
2. No debe absorber o disolverse en agua o saliva y debe pulverizarse de tal manera que el grado de pulverización pueda establecerse con claridad.
3. No debe romperse a lo largo de líneas predeterminadas o ser duro o pegajoso
4. Debe poderse estandarizar, no debe ser perecedero y debe tener un buen o al menos un sabor indiferente (en: Edlund y Lamm, 1980).



Figura 7. Diferentes tipos de alimentos han sido utilizados en las pruebas de desempeño masticatorio.

La silicona por condensación Optosil® ha sido un material utilizado para la elaboración del alimento prueba artificial y a pesar de que no tiene parecido con alimentos normales, se ha encontrado que tiene propiedades adecuadas para una prueba estandarizada de desempeño masticatorio. Las muestras de Optosil® (Figura 8) cumplen con todos los criterios de un material de prueba; es un material estable, preciso, reproducible y tiene propiedades mecánicas que son comparables con los alimentos naturales **(Albert et al., 2003)**. No se disuelve en agua o saliva y puede fragmentarse durante la masticación. No se rompe a lo largo de líneas de fractura predeterminadas. Las muestras toleran el almacenamiento durante un largo tiempo sin perder sus propiedades. Una posible desventaja de Optosil® como material de prueba es su completa falta de sabor. Además, ya que los polímeros no pueden ser digeridos no deben tragarse. Por lo tanto, no se pueden utilizar en estudios donde se tenga como objetivo la evaluación de todo el proceso de la masticación. Excluyendo esto, las muestras de silicona se pueden masticar de una manera similar a un alimento natural **(Edlund y Lamm 1980; Albert et al., 2003)**.

Después de que se demostró que Optosil cumplía prácticamente con los requisitos de un material de prueba, con características físicas idóneas **(Edlund y Lamm, 1980)**, disponibilidad en todo el mundo y fácil elaboración de muestras estandarizadas ha sido utilizado como un material para medir el desempeño masticatorio **(Edlund y Lamm, 1980; Ohhoff et al., 1984; Van der Bilt et al., 1993)**.



Figura 8. Optosil Comfort Kulser

Para el tamaño de las porciones de alimento se estableció como medida apropiada, tabletas de 5 mm de espesor por 20 mm de diámetro **(Edlund & Lamm, 1980)**. El tamaño del bocado osciló entre 3 y 11.5 g con base a que cuando se da la opción libre a una persona promedio con dentición natural selecciona aproximadamente 7 g por bocado. Sin embargo, la porción de prueba más utilizada es 3 g, la cual puede ser fácilmente procesada por personas con o sin dentición natural **(Kimoto et al., 2004)**.

### 3. Planteamiento del Problema

La masticación es el primer paso para la digestión a través de la cual los alimentos son fragmentados en porciones pequeñas para su posterior deglución y correcta asimilación de nutrientes en el tubo digestivo. La evaluación de su correcto funcionamiento en niños y adultos es importante y para ello se han utilizado diversos métodos tanto subjetivos como objetivos para su medición, prefiriéndose estos últimos ya que reflejan de manera más válida la capacidad de masticación de los individuos.

Un método objetivo ampliamente utilizado se basa en la medición del tamaño de las partículas del alimento masticado en un número limitado de ciclos masticatorios, lo cual se conoce como desempeño masticatorio. El alimento utilizado para este fin se conoce como “alimento prueba” el cual puede ser de origen natural o artificial. Los alimentos naturales más empleados son las almendras, cacahuates y zanahorias; la ventaja de éstos es que al ser naturales son fácilmente aceptados por los individuos en estudio debido a que podrían estar familiarizados con dichos alimentos. No obstante, su mayor desventaja es que existe gran variación en sus características físicas como son dureza, tamaño, peso, consistencia y sabor, lo cual compromete la validez externa de los resultados. Para controlar estas variaciones se emplean alimentos prueba de tipo artificial, siendo extensamente utilizada la silicona por condensación (Optosil®), prefiriéndose su uso por encima del alimento prueba natural. Se ha establecido que los alimentos prueba deben de cumplir con determinados parámetros, sin embargo, este material no cumple en su totalidad con los parámetros ideales de un alimento prueba para la evaluación del desempeño masticatorio principalmente por ser un polímero con ausencia de sabor. En base a estos antecedentes surge la siguiente pregunta de Investigación: *¿La presencia o ausencia de sabor en el alimento prueba artificial a base de silicona por condensación modifica el desempeño masticatorio?*

## **4. Justificación**

La utilización de un alimento prueba artificial sin sabor para medir la función masticatoria podría no reflejar la capacidad natural de fragmentar el alimento al no ser éste parecido a un alimento natural lo cual ha sido motivo de controversia. Es por eso que este estudio se requería para esclarecer si utilizar un material de prueba artificial con presencia o ausencia de sabor modifica los resultados de las pruebas de desempeño masticatorio.

Los resultados de esta investigación permitirán establecer la validez de estudios previos realizados con alimento prueba artificial sin sabor a base de silicona por condensación.

Al ser la masticación mayormente estudiada en adultos y existir poca información sobre esta importante función en niños, este estudio aportará mayor conocimiento sobre la función masticatoria en esta población en etapa de dentición mixta.

Por último, este estudio formuló un nuevo alimento artificial a base de silicona por condensación modificado con sabor, lo cual permitirá utilizarlo en futuros estudios que evalúen la función masticatoria del individuo y su relación con el sabor.

## 5. Objetivos

### Objetivo General

Comparar el desempeño masticatorio (tamaño medio de partícula) utilizando un alimento prueba artificial con sabor contra uno sin sabor, elaborados a base de silicona por condensación (Optosil®) en niños mexicanos de 8 a 10 años de edad.

### Objetivos Específicos

1. Elaborar un alimento prueba artificial con sabor a base de silicona por condensación.
2. Evaluar si la adición de sabor en el alimento prueba artificial altera las propiedades físicas del material de prueba.
3. Determinar el tamaño medio de partícula, número de ciclos masticatorios necesarios para llegar al umbral de la deglución y duración del ciclo masticatorio de las pruebas después de 20 ciclos y al umbral de la deglución con alimento prueba artificial sin sabor y con sabor.
4. Comparar los valores del tamaño medio de partícula, número de ciclos masticatorios necesarios para llegar al umbral de la deglución y duración del ciclo masticatorio, obtenidos de las pruebas después de 20 ciclos y al umbral de la deglución al utilizar el alimento prueba artificial con sabor contra el alimento prueba sin sabor y establecer si existen diferencias estadísticamente significativas.

## 6. Hipótesis

H<sub>1</sub>: Habrá diferencia en el tamaño medio de partícula al umbral de la deglución y después de 20 ciclos al realizar las pruebas con un alimento prueba artificial con sabor contra uno sin sabor.

H<sub>01</sub>: No habrá diferencia en el tamaño medio de partícula al umbral de la deglución y después de 20 ciclos al realizar las pruebas con un alimento prueba artificial con sabor contra uno sin sabor.

H<sub>2</sub>: Habrá diferencia en el número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución al realizar las pruebas con un alimento prueba artificial con sabor contra uno sin sabor.

H<sub>02</sub>: No habrá diferencia en el número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución al realizar las pruebas con un alimento prueba artificial con sabor contra uno sin sabor.

H<sub>3</sub>: Habrá diferencia en la duración del ciclo al umbral de la deglución y después de 20 ciclos al realizar las pruebas con un alimento prueba artificial con sabor contra uno sin sabor.

H<sub>03</sub>: No habrá diferencia en la duración del ciclo al umbral de la deglución y después de 20 ciclos al realizar las pruebas con un alimento prueba artificial con sabor contra uno sin sabor.

## 7. Metodología

### Tipo de estudio

Ensayo clínico aleatorizado con el sujeto de estudio como su propio control. (Diseño cruzado 2x2).

### Población de estudio

Niños mexicanos de ambos sexos de 8 a 10 años de edad de una escuela primaria de la Delegación Iztapalapa en la Ciudad de México.

### Tipo de muestreo

No probabilístico por conveniencia.

### Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calculó considerando detectar una diferencia de 0.3mm en el tamaño medio de partícula, con una desviación estándar de 0.5, un alfa de 0.05, en una prueba T pareada a dos colas y un poder de 82%, obteniendo una n=25 (calculado con el programa Sample Power 1.20, SSPS Inc. (Figura 9)

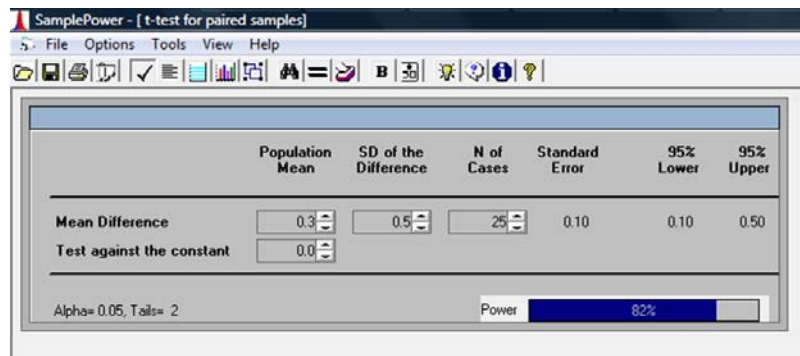


Fig.9. Captura de pantalla del programa Sample Power 1.20 SSPS

### Selección de la muestra

Se solicitó el permiso y apoyo a los directivos de la escuela primaria “Dr. Ignacio Chávez” (Iztapalapa, Ciudad de México) explicando de manera puntual los objetivos de la investigación a través del protocolo y la carta del Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Odontología (anexo 1). Posterior a esto se recabaron los datos de todos aquellos niños que cumplieron los criterios de selección para el estudio, se les entregó un consentimiento informado mismo que tuvo que ser firmado por el padre o tutor del menor para poder participar en la investigación (anexo 2).

## **Criterios de selección**

Para la realización de este estudio se establecieron diferentes criterios de selección de los sujetos que participaron en el estudio.

## **Criterios de inclusión**

- Niños de ambos sexos entre 8 y 10 años de edad
- Dentición mixta con relación molar clase I de Angle
- Sin mordida cruzada anterior o posterior
- Sin apiñamiento dental severo
- Sin sobre mordida vertical u horizontal mayor a 3 mm
- Sin tendencia a clase II o III molar o esquelética

## **Criterios de exclusión**

- Lesiones cariosas cuya extensión abarcara más de una superficie del diente
- Lesiones cariosas con grado de severidad 2, 3 y 4.
- Movilidad dental grado 2 y 3.

## **Criterios de eliminación**

- Pacientes que decidieron no continuar en el estudio durante la aplicación de las pruebas.
- Pacientes que abandonaron el estudio y no acudieron a la segunda fase de aplicación de las pruebas.
- Muestras de pacientes donde se perdió más del 5% del material masticado.



## Variables

Las variables que se consideraron en este estudio fueron las siguientes (Tabla 1):

### Dependientes

1. Tamaño medio de partícula (20 ciclos y umbral)
2. Amplitud de distribución de partícula (20 ciclos y umbral)
3. Número de ciclos para llegar al umbral de la deglución
4. Duración del ciclo (20 ciclos y umbral)

### Independientes

- 1) Tipo de alimento prueba artificial (con sabor/ sin sabor)
- 2) Sexo

**Tabla 1.** Definición operacional y escala de medición de las variables

Independientes			
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición
<b>Sexo</b>	Conjunto de características comunes del ser humano que lo definen como hombre o mujer.	Características anatómicas visibles a simple vista que clasifican al individuo como niño y niña	Nominal Dicotómica Niño/Niña
<b>Tipo de alimento prueba artificial</b>	Alimento que resulta de la combinación de dos o más ingredientes, mezclados y procesados según determinadas especificaciones, y que no aporta energía y/o nutrientes a la dieta.	Alimento artificial a base de silicona por condensación Optosil® para pruebas de masticación. a) Sin sabor b) Con sabor	Nominal Dicotómica Con sabor /sin sabor

Dependientes			
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición
Tamaño medio de partícula (TMP) después de 20 ciclos	Es el tamaño de las partículas que corresponde al 50% de la distribución acumulada después de 20 ciclos.	Cálculo matemático determinado por la ecuación de Rosin-Rammler del valor en el cual el 50% del alimento prueba masticado posee un tamaño superior y el otro 50% un tamaño inferior en una prueba después de 20 ciclos masticatorios.	Cuantitativa Continua (mm)
Tamaño medio de partícula (TMP) al umbral de la deglución	Es el tamaño de las partículas que corresponde al 50% de la distribución acumulada al umbral de la deglución.	Cálculo matemático determinado por la ecuación de Rosin-Rammler del valor en el cual el 50% del alimento prueba masticado poseen un tamaño superior y el otro 50% un tamaño inferior en una prueba al umbral de la deglución.	Cuantitativa Continua (mm)
Amplitud de distribución de partículas después de 20 ciclos (ADP)	Valor que representa la distribución de las partículas en los distintos tamices en la prueba después de 20 ciclos.	Cálculo matemático determinado por la ecuación de Rosin-Rammler que establece la distribución de las partículas en los distintos tamices en la prueba a 20 ciclos.	Cuantitativa Continua (sin unidad)
Amplitud de distribución de partículas al umbral de la deglución (ADP)	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 al umbral de la deglución.	Cuantitativa Continua (sin unidad)
Número de ciclos al umbral de la deglución	Número de ciclos masticatorios que requiere un individuo para fragmentar el alimento en porciones pequeñas para su deglución.	Conteo visual de los ciclos masticatorios necesarios para fragmentar el alimento prueba artificial antes de ser deglutido.	Cuantitativa Discreta
Duración del ciclo masticatorio	Tiempo en que un sujeto realiza un ciclo masticatorio que va desde la fase de apertura a la fase de cierre (un nuevo ciclo se tomara en cuenta a partir de cada fase de cierre).	Promedio del tiempo de la secuencia de ciclos entre el número de ciclos realizados por el sujeto al umbral y después de 20 ciclos.	Cuantitativa Continua (milisegundos)

## **Estandarización de métodos**

### **Lista de recursos materiales y equipo**

Para la elaboración del alimento prueba convencional se requirió de:

- “Optosil” silicona por condensación marca Heraeus-Kulzer
- Activador universal para Optosil marca Heraeus-Kulzer
- Guantes de vinil
- Losetas de vidrio
- Moldes de acrílico de 5 mm de espesor con orificios de 20 mm de diámetro.
- Papel encerado

Para la elaboración del alimento prueba modificado con sabor se requirió de:

- “Optosil” silicona por condensación marca Heraeus-Kulzer
- Activador universal para Optosil marca Heraeus-Kulzer
- Guantes de vinil
- Losetas de vidrio
- Moldes de acrílico de 5 mm de espesor con orificios de 20 mm de diámetro.
- Papel encerado
- Saborizante artificial sabor naranja (aceites y esencias Essencefleu®)
- Sucralosa (a granel)
- Ac. Cítrico (a granel)
- Pipeta de vidrio

Para el empaquetado de las muestras:

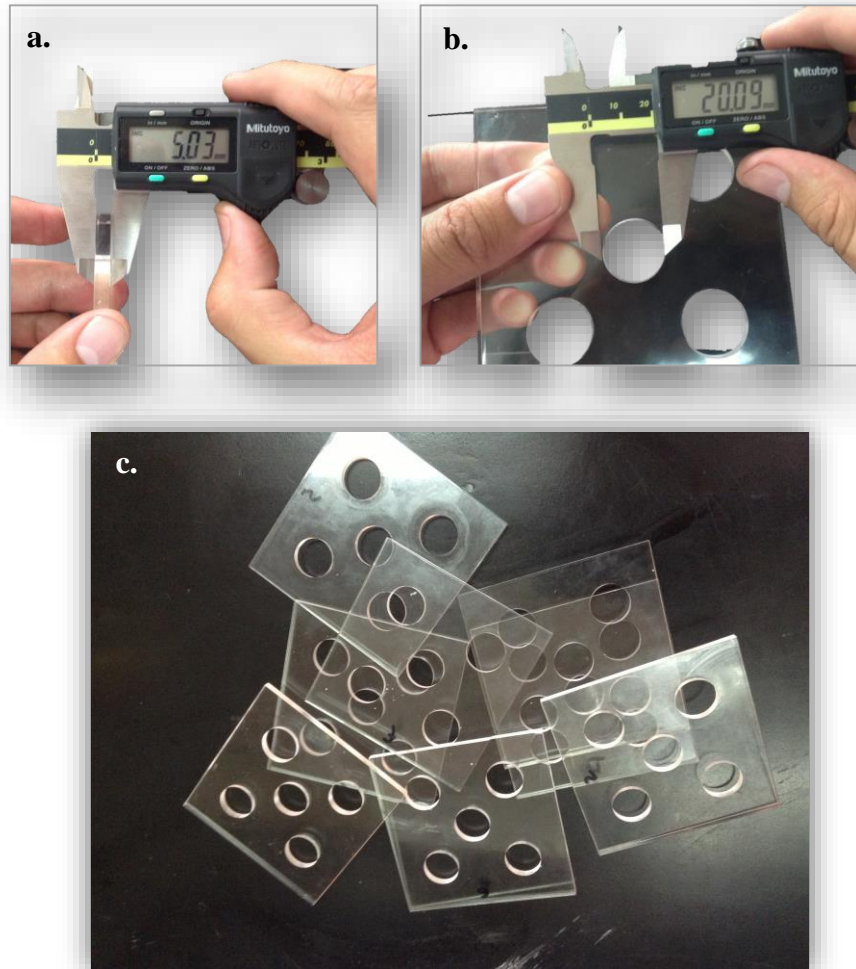
- Cúter
- Bolsas de plástico (Zip-lock®)
- Plumón permanente
- Durómetro digital PTC modelo 211 tipo A

Para el procesado de las muestras:

- Báscula digital (BOECO Alemania, BBI-31).
- Vibrador dental (Buffalo ® MFG. CO Syosset. Nueva York 11791)
- Vidrios de reloj
- Brocha
- Guantes de vinil
- Computadora

## Confección de moldes para la fabricación del alimento prueba

Para la elaboración y estandarización del alimento prueba se fabricaron 10 moldes de acrílico de 10 x 10 cm y de 5 mm de espesor, con 5 perforaciones de 20 mm de diámetro. El corte de las perforaciones se realizó con tecnología láser para evitar variaciones entre los moldes (Figura 10).



**Figura 10.** a. Espesor de la plantilla b. diámetro de la plantilla c. Plantillas utilizadas para la elaboración del alimento prueba.

## Fabricación del alimento prueba convencional

El alimento prueba artificial se fabricó siguiendo un protocolo estandarizado (Albert, et al 2003), utilizando silicona por condensación (Optosil Comfort® Heraeus Kulzer).

La elaboración del alimento consistió en mezclar durante 30 segundos, una medida de silicona (10 g) con 30 mm de activador. Una vez que el material se encuentra perfectamente mezclado se vacía sobre la plantilla prefabricada, se cubre con papel encerado y se prensa manualmente con una loseta de vidrio (Figura 11). Una vez que el material completa su polimerización (30 minutos) se obtienen cinco tabletas de cada molde con las medidas correspondientes (Figura 12).



**Figura 11.** Fabricación del alimento prueba artificial. A) Silicona y activador B) Mezclado del material C) Plantilla de acrílico perforada D) Colocación del materia en la plantilla E) Prensado manual F) Tablet as polimerizadas.



**Figura 12.** Tablet as polimerizadas. Diámetro y espesor.

## Medición de la dureza del alimento prueba artificial

Una vez polimerizadas las tabletas y después de 5 horas de su fabricación deben alcanzar una dureza entre 62 y 65 unidades Shore A.

La dureza de cada una de las muestras fue evaluada mediante un durómetro digital PTC 211 tipo A indicado para medir la dureza de silicones. Las características se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características del durómetro



	Tipo	PTC Modelo	Descripción del indentador	Imagen del indentador	Aplicaciones
	A ASTM D2240 JIS K6253 ISO 868	211	Troncocónico con un Angulo de 35°		Goma suave, elastómeros, neopreno, silicones, vinilos, nitrilos, butilos, plástico blando, fieltro, cuero, cera, rodillos de impresión y similares.



Figura 13. Medición de la dureza. La dureza de las tabletas debe encontrarse en el rango de 62 a 65 unidades shore A.

## Preparación de paquetes para las pruebas de masticación.

Las tabletas con la dureza indicada fueron cortadas en cuartos. Para cada prueba (20 ciclos o umbral de la deglución) se pesaron 15 cuartos de tableta y se colocaron en una bolsa de plástico con cierre hermético. Las bolsas fueron marcadas con la dureza (62-65 Shore A), peso (7.5 g promedio) y fecha de elaboración (Figura 14).

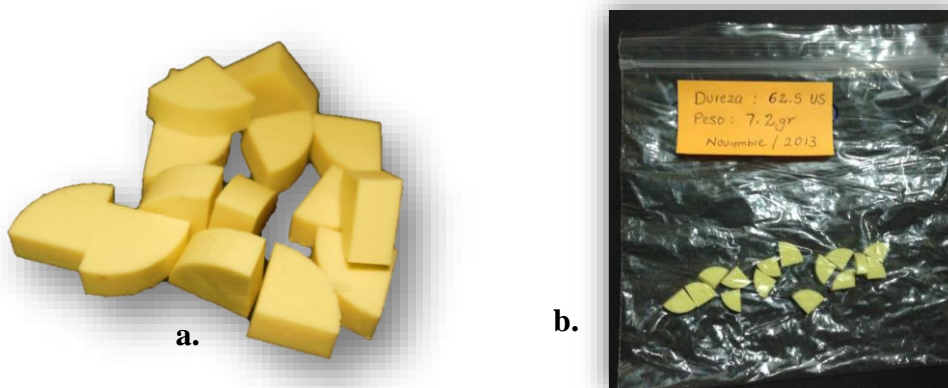


Figura 14. Preparación de paquetes para las pruebas de masticación.  
a. Alimento artificial cortado en cuartos; b. Alimento empaquetado.

## Fabricación del alimento prueba modificado con sabor

Una vez cubierto el proceso de estandarización y para el objetivo de evaluar el efecto del “sabor” se siguió el mismo protocolo (Albert et al., 2003) con la diferencia de que se incorporó un saborizante artificial a la mezcla de silicona por condensación. Para la incorporación del saborizante artificial se contó con la colaboración del Laboratorio de Química de



Figura 15. Saborizantes artificiales. Se incorporaron saborizantes artificiales para repostería de diferentes sabores.  
Fuente: directa

Alimentos de la Facultad de Química, UNAM, quien proporcionó y dió orientación sobre los ingredientes para la preparación del nuevo alimento artificial. En una primera fase se realizaron pruebas con saborizantes artificiales líquidos para repostería sabor naranja, cereza, chocolate, chicle, tutti-frutti y fresa (Figura 15). Se realizaron diferentes pruebas variando la cantidad de saborizante que se incorporaba a la mezcla con la finalidad de no alterar la dureza que debe tener el alimento para realizar las pruebas.

## Pruebas mecánicas para evaluar el alimento prueba artificial modificado con sabor

Para verificar que la adición de los nuevos componentes a la mezcla de silicon no habia modificado las propiedades de ésta se llevaron a cabo dos pruebas mecánicas: textura y tensión del material.

### Prueba mecánica de textura

El perfil de textura se basa en la imitación de la masticación por medio de un texturómetro (modelo TA-XT2)(Figura 16) el cual realiza una doble compresión, que al graficar la fuerza contra el tiempo lleva a la extracción de siete parámetros: fracturabilidad, dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad, los cuales son reportados en una tabla de valores generados por el software del texturómetro.

1. **Fracturabilidad:** se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta.
2. **Dureza:** se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar.
3. **Cohesividad:** Representa la fuerza con la que están unidas las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse.
4. **Adhesividad:** representa el trabajo necesario para despegar el alimento de una superficie (paladar).
5. **Elasticidad:** mide cuánta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial.
6. **Gomosidad:** la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser deglutido.
7. **Masticabilidad:** representa el trabajo necesario o masticaciones para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido

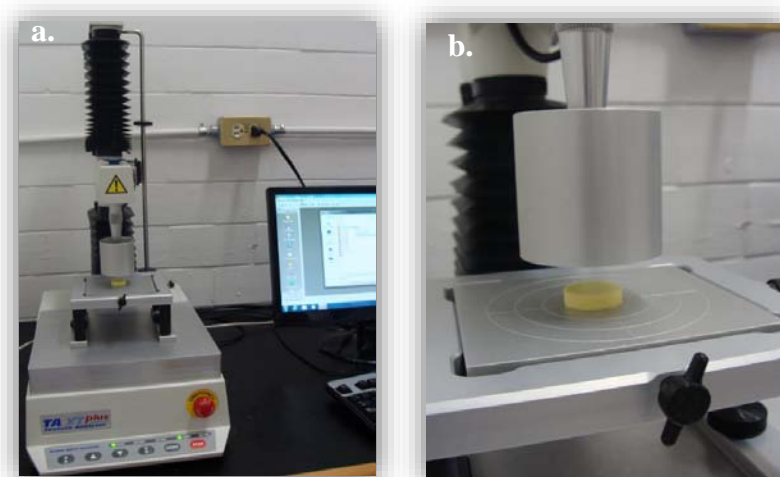


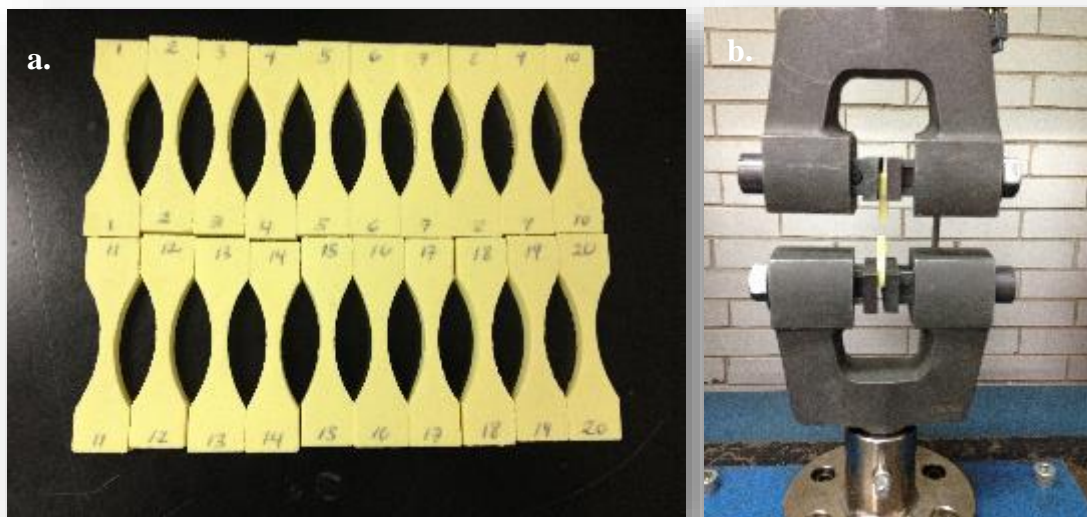
Figura 16. Análisis de Textura. a. Texturómetro modelo TA-XT2; b. Muestra de alimento durante la prueba.

La prueba mecánica de textura se llevó a cabo en el Laboratorio de Química de Alimentos de la Facultad de Química, UNAM. Para el análisis de perfil de textura se contó con 25 muestras con sabor y 25 muestras sin sabor.



## Prueba mecánica de tensión

La prueba mecánica de tensión se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales y Biomateriales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología UNAM. Para la prueba se confeccionó un molde de acrílico con forma de corbatin con la cual se prepararon 20 muestras con la mezcla convencional y 20 muestras con la mezcla modificada con sabor artificial. Se numeró cada una de las muestras para poder identificarlas. La prueba consistió en romper 20 muestras sin sabor y 20 muestras con sabor por medio de la tracción a una velocidad de 10mm/min usando una máquina universal de pruebas mecánicas Instron 5567 (Figura 17)



**Figura 17. Prueba mecánica de tensión. a.** Muestras de silicona; **b.** Prueba de tracción en la máquina Instrón.

## Evaluación sensorial del alimento prueba artificial modificado

Para poder evaluar si los individuos eran capaces de percibir el sabor de nuestro alimento prueba artificial se aplicó una prueba de “Evaluación sensorial de alimentos”.

Se invitó a participar de manera voluntaria a 30 sujetos con un promedio de 34.60 ( $\pm 9.55$ ) años de edad. El 70% fueron mujeres y el 30%, hombres. La prueba consistió en entregar a cada uno de los sujetos 3 muestras del alimento artificial codificado como (A, B, C); 2 de ellas no tenían sabor y una no. Todas las muestras tenían el mismo aspecto físico, lo cual no generó ninguna influencia sobre la respuesta del sujeto al evaluar el alimento. Se le pidió al sujeto saboreara cada una de las muestras con cuidado y de manera simultánea contestar el cuestionario “**Evaluación sensorial de un alimento prueba artificial**” (ver anexo 5). Esta evaluación se realizó en adultos por la dificultad que puede implicar el llenado de un cuestionario por niños.

El cuestionario se dividió en cuatro preguntas para evaluar cuatro aspectos del alimento:

1. La primera pregunta identificó la capacidad de los individuos para discriminar entre tres muestras, la que tenía sabor de las que no tenían sabor.
2. La segunda pregunta evaluaba la capacidad del individuo para identificar el sabor que presentaba dicho alimento artificial (naranja, limón, plátano, uva, vainilla, fresa, mango, piña)
3. La tercera pregunta evaluaba la capacidad de los individuos para percibir el tipo de sabor del alimento artificial (dulce, amargo, ácido, salado, agridulce)
4. La cuarta pregunta evaluaba el agrado o desagrado de los individuos sobre el alimento artificial.

## Estandarización del investigador

El investigador fue estandarizado por un experto en los procedimientos llevados a cabo durante la prueba de masticación. Para el conteo del número de ciclos masticatorios se obtuvo un CCI: 0.90 y para la medición del tiempo con cronómetro del momento del inicio de la masticación hasta el umbral de la deglución un CCI: 0.90, ambos resultados de las correlaciones son considerados como muy buenos (Figura 18).



Fig.18. Estandarización del investigador

## Prueba piloto

Previo a la recolección de datos y a poner en práctica la investigación se llevó a cabo una prueba piloto en 5 niños en donde se probó la metodología del proyecto (conteo de ciclos, medición del tiempo, recolección de la muestra, llenado del formato de recolección de datos, secado y procesado de la muestra en el laboratorio). También se tomó el tiempo requerido para la aplicación de la prueba y para el procesado de la muestra (Figura 19).



Figura 19. Prueba piloto. Diferentes fases de la prueba de desempeño masticatorio

## Procedimiento experimental

### Lista de materiales

Para la prueba de desempeño masticatorio:

- Silla
- Espejos dentales #5
- Guantes de vinil
- Cubre bocas
- Cronómetro digital
- Botellas de agua de 500ml
- Contenedores de plástico
- Tamices de plástico
- Papel filtro
- Toallas de papel desechable
- Papelería (formatos, anexos 3 y 4)

### Recursos Humanos

Se requirió de:

1. Un profesor de tiempo completo (Tutor)
2. Un profesor de tiempo completo (Especialista en química de alimentos)
3. Un profesor de tiempo completo (Especialista en materiales dentales)
4. Un examinador (alumna del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud-UNAM)
5. Un anotador (alumno de Licenciatura en curso realizando su servicio social de la Facultad de Odontología-UNAM)

## Evaluación del desempeño masticatorio

Con el paciente sentado en una silla sin cabezal (para no restringir los movimientos de la cabeza durante la masticación) sin llevar a cabo algún registro y con la finalidad de que los pacientes se familiarizaran con la dureza y sabor del material, se dieron  $\frac{3}{4}$  de la tableta pidiéndole al paciente que masticara el alimento prueba, que posteriormente lo escupiera y se enjuagara perfectamente antes de comenzar con el registro real de cada prueba.

El experimento consistió en dos pruebas de masticación (al umbral y después de 20 ciclos) para cada uno de los alimentos prueba (con sabor y sin sabor). La asignación a través de la cual se estableció el orden en el cual se empezó el tipo de prueba y el tipo de alimento artificial a utilizar se asignó de manera aleatoria. Para ello se contó con 4 pelotas iguales colocadas en bolsas oscuras, las cuales fueron codificadas mediante los símbolos SS=sin sabor; CS= con sabor; UB=umbral; 20C= 20 ciclos. Antes de comenzar la prueba, el niño sacaba una pelota de cada una de las bolsas. Las posibles combinaciones se muestran en el siguiente diagrama (Figura 20).

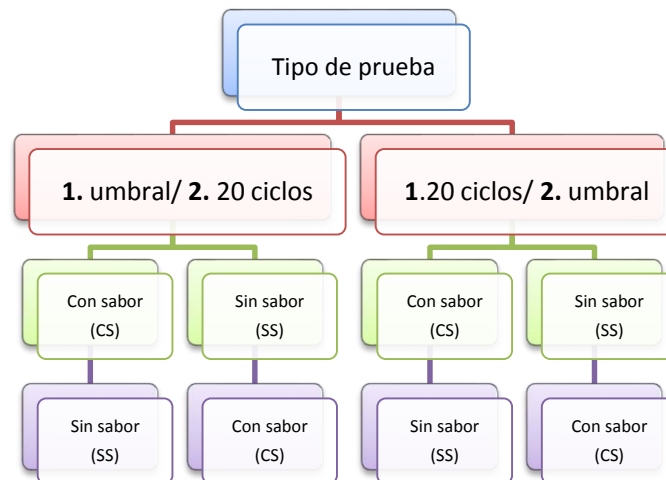


Figura 20. Posibles opciones en la asignación del tipo de prueba.

Para el primer registro se dieron a masticar  $\frac{3}{4}$  de tableta (Optosil®) sin restricción de lado de masticación hasta el momento en que el niño sintiera que el alimento estaba listo para ser deglutido. Este momento era indicado por el niño levantando su mano. Enseguida se le pidió al paciente que escupiera el material en un filtro de papel, enjuagándose muy bien con agua hasta obtener todas las partículas de la cavidad bucal. Posteriormente se realizó el mismo procedimiento con un intervalo de 5 minutos, solo que la masticación se interrumpió después de 20 ciclos, pidiéndole al paciente escupir y enjuagarse bien. Cada una de las pruebas se repitió 5 veces (Figura 21).

La duración de la prueba masticatoria al umbral de la deglución se midió con un cronómetro digital. El tiempo se contabilizó desde el momento en que inició la prueba masticatoria hasta el momento en que el paciente estaba listo para deglutir. En el caso de la prueba a 20 ciclos, la prueba se suspendió después de contar 20 ciclos. La duración de cada ciclo fue calculado como la duración total de las cinco pruebas medidas con cronómetro (excluyendo periodos de descanso) dividido entre 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).



**Figura 21.** Fabricación del alimento prueba artificial. a. Entrega del material b. El material es colocado en la boca c. Fractura del alimento d. Recolección de la muestra masticada e. Enjuague con agua f. Recolección de la muestra.

## Procesado del material masticado

Las partículas obtenidas producto de la masticación del alimento prueba artificial colocado en un filtro de papel, fueron secadas a temperatura ambiente durante un periodo de tiempo de 24 a 48 horas (Figura 22).



**Figura 22.** Muestras en proceso de secado

Una vez secas las partículas, éstas fueron separadas pasándolas a través de 7 tamices con aperturas de 5.6, 4.0, 2.8, 2.0, 0.85, 0.425 y 0.25 mm (US. Standard Sieve A.S.T.M.E-11 Especifications Dual MFG. CO USA) colocados uno sobre otro en un vibrador dental (Buffalo ® MFG. CO Syosset. Nueva York 11791) durante 2 minutos para separar las partículas por tamaño (Figura 23 y 24). Una vez que la muestra fue separada el contenido de cada tamiz fue pesado en una báscula analítica con precisión de 0.001 gramos (BOECO Alemania, BBI-31).

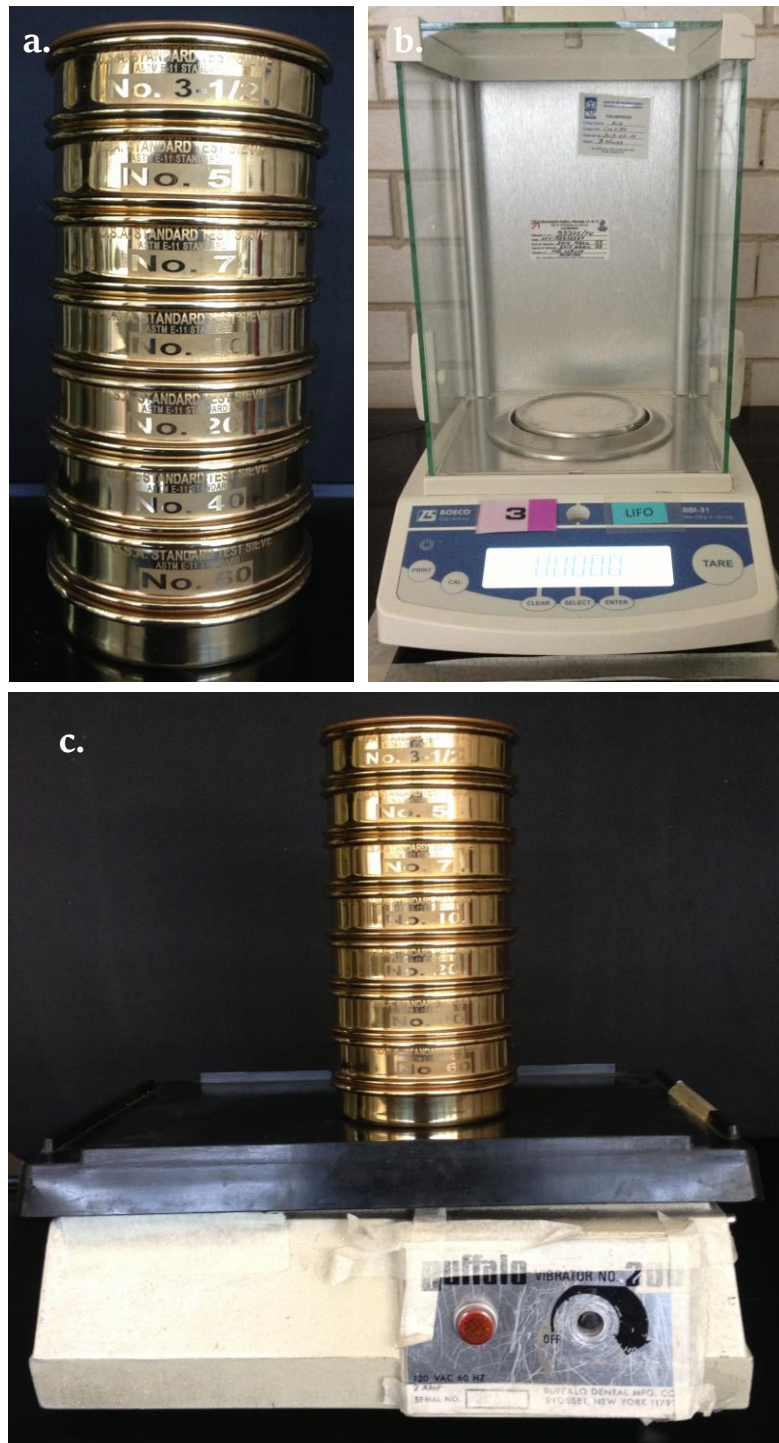


Figura 23. a. Juego de tamices. b. Báscula analítica. c. Vibrador Buffalo



Se calcularon los porcentajes de peso acumulado (definidos como la cantidad de partículas que pueden pasar a través de cada tamiz, es decir, el porcentaje de peso del tamiz más pequeño se va sumando al porcentaje del tamiz siguiente). Con base a estos porcentajes se calculó para cada individuo, el tamaño medio de las partículas (medida de tendencia central) y la amplitud de la distribución de las partículas (valor semejante a una medida de dispersión) utilizando la ecuación de Rosin-Rammler  $Q_w = 100[1 - 2 - \left(\frac{x}{x_{50}}\right)^b]$  donde  $Q_w$  es el porcentaje en 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.

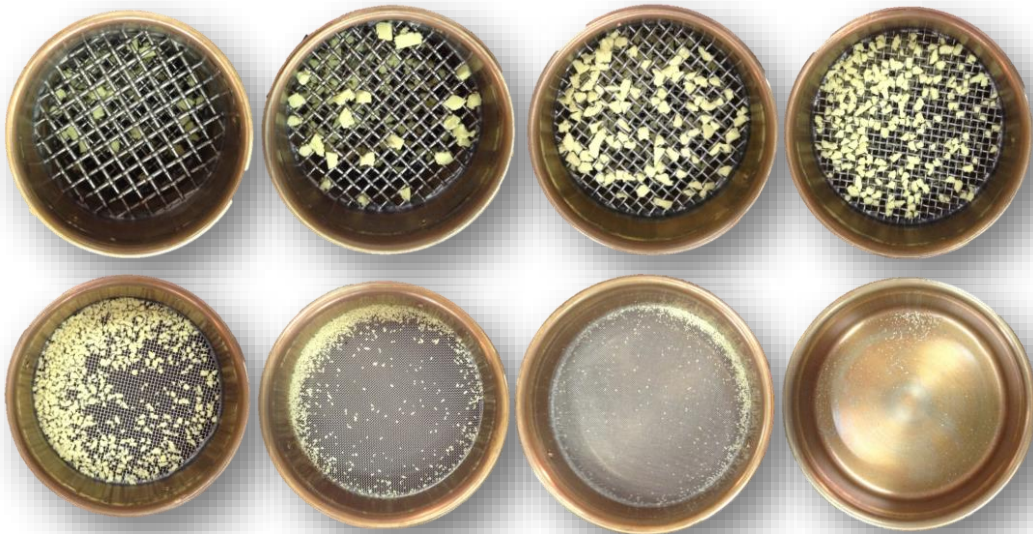


Figura 24. Tamizado de una muestra

### **Métodos de registro y procesamiento de datos**

Se contó con dos formatos de recolección de datos para el registro de los resultados de las pruebas de desempeño masticatorio al umbral y 20 ciclos con el alimento prueba con sabor y sin sabor (anexos 3 y 4).

### **Plan de análisis de datos**

Se realizó primeramente un análisis descriptivo y determinación de la normalidad de las variables. Posteriormente se realizaron las pruebas pareadas correspondientes (T-Student o Wilcoxon).

### **Consideraciones éticas**

Este proyecto fue de bajo riesgo, el protocolo se sometió para su aprobación ante el Comité de Ética de Investigación de la F.O. de la DEPeI de la UNAM (anexo 1).

Se realizó el proceso de consentimiento válidamente informado en forma verbal y escrita en donde se invitó al paciente a participar en el estudio de manera voluntaria. En este caso el consentimiento lo otorgó el padre, madre o tutor y el asentimiento verbal el niño (anexo 2).

A cada uno de los niños que participaron en el estudio se le otorgó un odontograma con el estado de salud bucal de cada uno de ellos así como una constancia de participación en el estudio (anexos 6 y 7) y un incentivo físico (útiles escolares).

### **Presupuesto**

Este es un proyecto que pertenece a una línea de Investigación “Desempeño masticatorio en niños de 8 a 10 años de edad” coordinada por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología UNAM PAPIIT IN220413. El alumno de Maestría contó con apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT.

## 8. Resultados

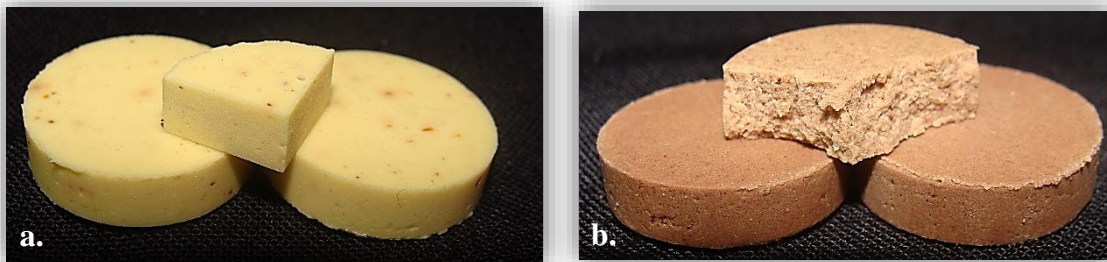
### Fabricación del alimento prueba modificado con sabor

Con la adición de saborizantes artificiales para repostería en bajas concentraciones no se percibió el sabor al momento de su masticación y en altas concentraciones se alteraba la dureza del material.

**Tabla 3.** Pruebas del material modificado

Prueba	Saborizante	Sabor	Dureza	Nº muestras
1	0.3%	No perceptible	$\bar{x} = 63.5 \pm .5$ U Shore A	10
2	0.5%	Poco perceptible	$\bar{x} = 64.1 \pm .3$ U Shore A	10
3	0.6%	Perceptible	$\bar{x} = 59.3 \pm .8$ U Shore A	10

Como segunda opción se incorporó sabor a través de chile piquín y chocolate en polvo (Figura 25) muestras en las cuales se percibió fácilmente el sabor; sin embargo, alteraba de manera importante la textura del material.



**Figura 25. Muestras con sabor. a.** Alimento artificial adicionado con chile piquín; **b.** Alimento artificial adicionado con chocolate en polvo.

Con base en los resultados obtenidos y a sugerencia del Laboratorio de Química se decidió utilizar un saborizante artificial concentrado además de adicionar ácido cítrico y sucralosa a la mezcla ya que se ha demostrado que dichos aditivos en soluciones de naranja o limón aumentan la intensidad del sabor (**Noble, 1996; Zandstra, 1998**). El resultado final y después de varias pruebas consistió en una mezcla correspondiente a 25g de silicona, 0.1 g de ácido cítrico, 0.005 g de sucralosa y 0.13 ml de saborizante artificial, incorporados en este orden para evitar que el saborizante se evaporara (Figura 26).

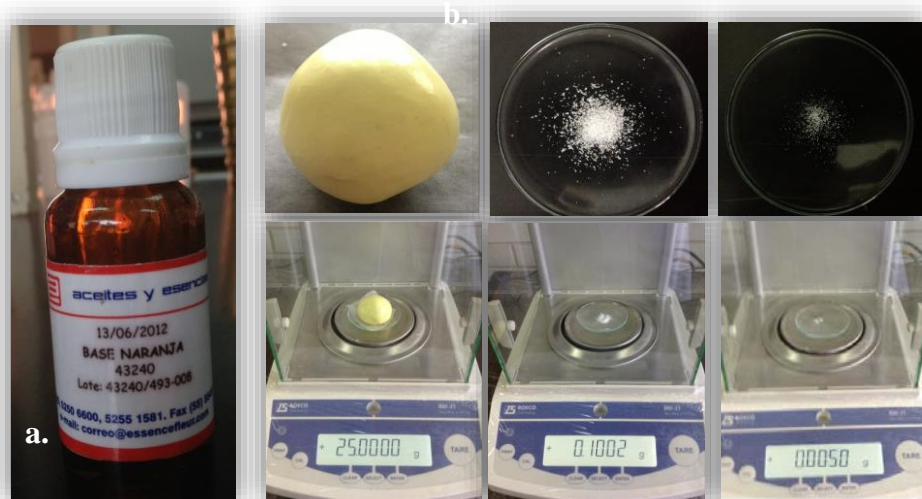


Figura 26. Componentes de la mezcla del alimento prueba artificial con sabor.  
a. saborizante; b. silicona; c. Ac. cítrico; d. Sucralosa. Fuente: directa.

### Prueba mecánica de textura al alimento prueba artificial

Los resultados de los parámetros (fracturabilidad, dureza, cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad) evaluados mediante la prueba mecánica de textura no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras sin sabor y las modificadas con sabor (Tabla 4).

Tabla 4. Propiedades evaluadas del alimento prueba artificial

Parámetro	Sin sabor	Con sabor	Valor de p
<b>Fracturabilidad</b> (adimensional)	0.62±0.03	0.65±0.05	p=0.194
<b>Dureza</b> (Kgf)	19477±1297	19132±1293	p=0.998
<b>Cohesividad</b> (adimensional)	0.819±0.012	0.837±0.041	p=0.636
<b>Adhesividad</b> (g s)	-2.24±0.82	-2.23±0.53	p=0.992
<b>Elasticidad</b> (adimensional)	0.961±0.009	0.970±0.008	p=0.181
<b>Gomosidad</b> (g m/ s <sup>-1</sup> )	15958± 1131	16018±1696	p=1.000
<b>Masticabilidad</b> (Kgf)	15345±1112	15549.28±1671	p=1.000

### Prueba mecánica de tensión del alimento prueba artificial

Los resultados de la prueba mecánica de tensión no mostraron diferencias estadísticamente significativas (T-student:  $p > 0.05$ ) en ninguna de las propiedades evaluadas: resistencia, deformación a la ruptura y módulo elástico, lo cual indicó que la adición de nuevos componentes a la mezcla no modificó las propiedades del material de prueba.

**Tabla 5.** Propiedades evaluadas del alimento prueba artificial

Propiedades	Alimento Prueba Artificial	
	Sin Sabor	Con Sabor
Resistencia (MPa)	1.39±0.09	1.37±0.09
Deformación a la ruptura (%)	53±4	53±5
Módulo elástico (MPa)	4.43±0.22	4.28±0.27

### Dureza del alimento prueba artificial

Se hicieron 5 mediciones en cada tableta, una medida en el centro y las otras una en cada uno de los puntos cardinales de ésta, obteniendo de estas cinco medidas un valor promedio el cual debería estar dentro del rango 62-65 unidades Shore A. Únicamente las tabletas que cumplieron con dicho valor se utilizaron para realizar las pruebas de desempeño masticatorio. Para la estandarización en la fabricación del alimento prueba artificial, el investigador elaboró numerosas tabletas muestra hasta lograr una correcta manipulación y mezclado del material hasta obtener 9 tabletas correctas de cada 10.

**Tabla 6.** Dureza obtenida de los alimentos prueba artificiales

Tipo de alimento	Dureza	Muestras
<b>Sin Sabor</b>	63.4±0.6	224
<b>Con Sabor</b>	64.2±0.2	224
	Total:	448

## Evaluación sensorial del alimento prueba

Como resultado de la evaluación sensorial del alimento prueba el 100% de los sujetos (adultos) discriminó correctamente entre las muestras que tenían sabor con las que no tenían sabor; el 83.3% identificó el sabor como naranja, el 10% limón; el 6.6% otro sabor; el 83% identificó el tipo de sabor como agridulce, el 17% otro tipo. Los resultados de esta prueba nos permitieron verificar que el alimento al cual se le agregaba sabor era fácilmente perceptible por las personas. Durante la prueba de desempeño masticatorio realizada a los niños del estudio el 75% detectó un sabor a Naranja; el 15% limón y el 10% otro sabor.

## Prueba piloto

El resultado del tiempo promedio que tardó cada individuo en realizar la prueba completa fue de 15 minutos para la prueba de 20 ciclos y 25 minutos para la prueba al umbral de la deglución. Una vez recolectada la muestra se requirieron 24 horas para su completo secado y posterior procesado en el laboratorio. Ya en el Laboratorio se requirieron en promedio 25 minutos para tamizar una muestra registrando el peso cada uno de los tamices.

## Pruebas de desempeño masticatorio

Nuestra población de estudio se conformó por niños de ambos sexos entre 8 a 10 años de edad mexicanos pertenecientes a la escuela primaria pública “Doctor Ignacio Chávez” (Clave: 09DPR2907M) en la Delegación Iztapalapa, Ciudad de México.

Para la identificación de nuestros sujetos de estudio se revisó a una población aproximada de 297 niños pertenecientes a los grupos de tercero, cuarto y quinto grado escolar, en donde se encuentran inscritos en promedio 28 alumnos por aula (Tabla 7).

Tabla 7. Niños evaluados

Grado escolar	Grupos evaluados	Niños
Tercero	3	93
Cuarto	3	87
Quinto	4	117
	Total de Niños:	297

Únicamente se seleccionaron a los niños que cumplieron con los criterios de inclusión obteniendo una muestra total de 28 niños; 10 niños (35.7%) y 18 niñas (64.3%) con una media de edad de  $9.29 \pm 0.83$  años. La edad menor registrada fue de 8 años 1 mes y la mayor de 10 años 7 meses (Tabla 8).

**Tabla 8.** Niños seleccionados para el estudio

Edad (años)	Niños	Niñas
8	6	5
9	2	8
10	2	5
<b>Total</b>	10 (35.7%)	18 (64.3%)
$\bar{x} = \text{media edad}$	$\bar{x} = 8.9 \pm 0.88$	$\bar{x} = 9.5 \pm 0.75$

### Normalidad de las variables

Se realizó la prueba de Kolmogorov–Smirnov para determinar el tipo de distribución de las variables y emplear la prueba estadística adecuada T- Student (normales) o Wilcoxon (no normales). Únicamente los valores con  $p > 0.05$  se consideran normalmente distribuidos (Tabla 9). Las variables que presentaron una distribución normal fueron: TMP a 20 ciclos (con sabor y sin sabor), TMP al umbral (con sabor y sin sabor) y número de ciclos al umbral de la deglución (con sabor y sin sabor). Las variables que no presentaron una distribución normal fueron: duración del ciclo masticatorio a 20 ciclos (sin sabor), duración del ciclo masticatorio al umbral (con sabor y sin sabor), amplitud de distribución después de 20 ciclos (con sabor y sin sabor) y amplitud de distribución al umbral (con sabor).

**Tabla 9.** Normalidad de las variables

VARIABLE	Kolmogorov-Smirnov	
	Con sabor	Sin sabor
TMP 20 ciclos	0.200	0.200
TMP umbral	0.200	0.200
Número de ciclos umbral	0.189	0.200
Duración del ciclo umbral	0.010*	0.010*
Duración del ciclo después de cada 20 ciclos	0.060	0.012*
Amplitud de distribución después de 20 ciclos	0.000*	0.003*
Amplitud de distribución umbral	0.009*	0.200

## Pruebas de comparación

Las comparaciones se realizaron tomando como significancia estadística  $p \leq 0.05$ .

### Tamaño medio de partícula después de 20 ciclos

El valor de la media en el tamaño medio de partícula después de 20 ciclos del alimento prueba artificial sin sabor fue de  $3.73 \pm 0.66$  mm y del alimento prueba artificial con sabor fue de  $3.68 \pm 0.65$  mm (Figura 27). La diferencia entre estas dos variables no fue estadísticamente significativa, (T-Student para muestras pareadas:  $p=0.521$ ).

Tamaño medio de partícula a 20 ciclos (mm)

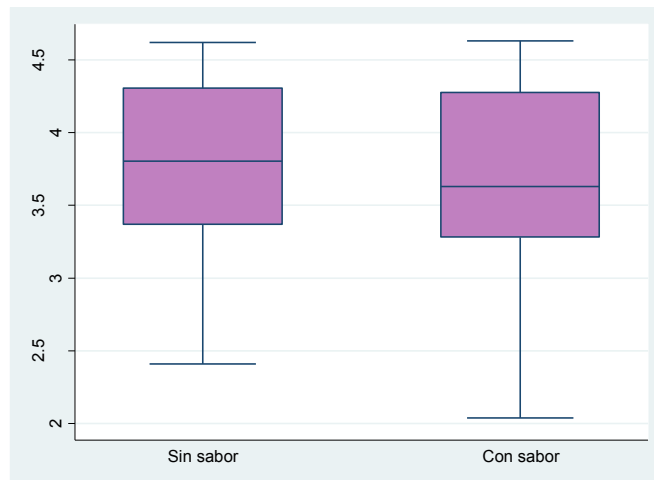


Figura 27. Comparación de medias después de 20 ciclos

### Tamaño medio de partícula al umbral de la deglución

El valor de la media en el tamaño medio de partícula al umbral de la deglución del alimento prueba artificial sin sabor fue de  $2.57 \pm 0.99$  mm y del alimento prueba artificial con sabor fue de  $2.77 \pm 1.15$  mm (Figura 28). La diferencia entre estas dos variables no fue estadísticamente significativa, (T-Student para muestras pareadas:  $p=0.135$ ).

Tamaño medio de partícula al umbral

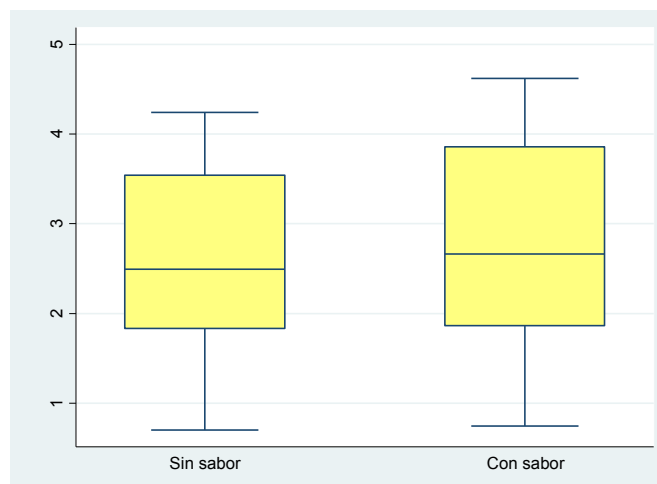


Figura 28. Comparación de medias al umbral de la deglución



### Amplitud de distribución de partícula después de 20 ciclos

El valor de la mediana de la amplitud de distribución de partícula después de 20 ciclos al masticar el alimento prueba artificial sin sabor fue de 3.71 mm y al masticar el alimento prueba artificial con sabor de 3.92 mm (Figura 29), no encontrando diferencias estadísticamente significativas, (Wilcoxon:  $p=0.495$ ).

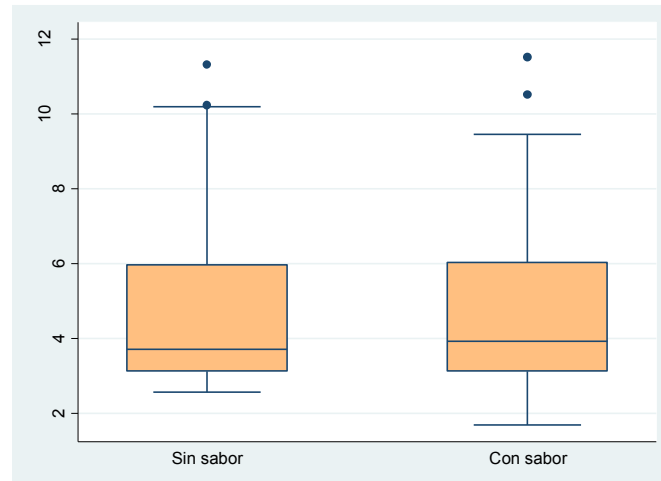


Figura 29. Comparación de medianas después de 20 ciclos

### Amplitud de distribución de partícula al umbral de la deglución

El valor de la mediana de la amplitud de distribución de partícula al umbral de la deglución al masticar el alimento prueba artificial sin sabor fue de 3.03 mm y 2.95 mm (Figura 30), al masticar el alimento prueba artificial con sabor, no encontrando diferencias estadísticamente significativas, (Wilcoxon:  $p=0.080$ ).

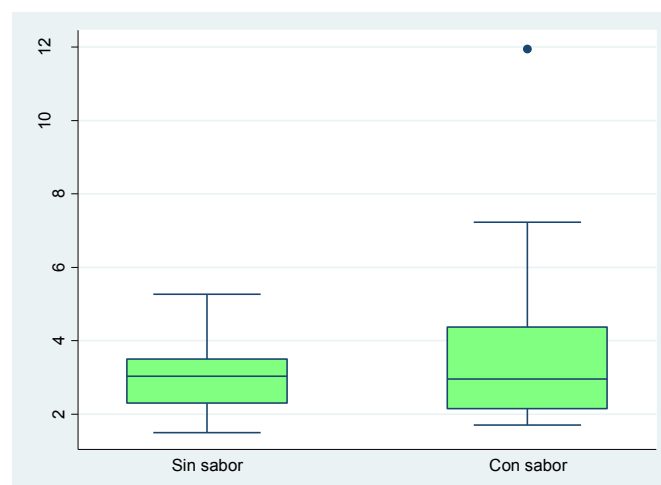


Figura 30. Comparación de medianas al umbral

### Duración del ciclo masticatorio después de 20 ciclos

El valor de la mediana de la duración del ciclo masticatorio a los 20 ciclos al masticar el alimento prueba artificial sin sabor fue de 0.65 s y 0.63 s (Figura 31), al masticar el alimento prueba artificial con sabor, no encontrando diferencias estadísticamente significativas, (Wilcoxon:  $p=0.111$ ).

Duración del ciclo a los 20 ciclos (s)

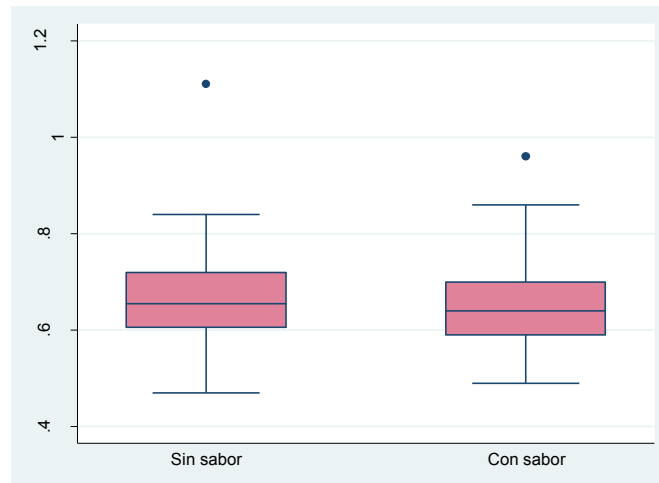


Figura 31. Comparación de medianas después de 20 ciclos

### Duración del ciclo masticatorio al umbral de la deglución

El valor de la mediana de la duración del ciclo masticatorio al umbral de la deglución al masticar el alimento prueba artificial sin sabor fue de 0.64 s y 0.64 s (Figura 32), al masticar el alimento prueba artificial con sabor, no encontrando diferencias estadísticamente significativas, (Wilcoxon:  $p=0.331$ ).

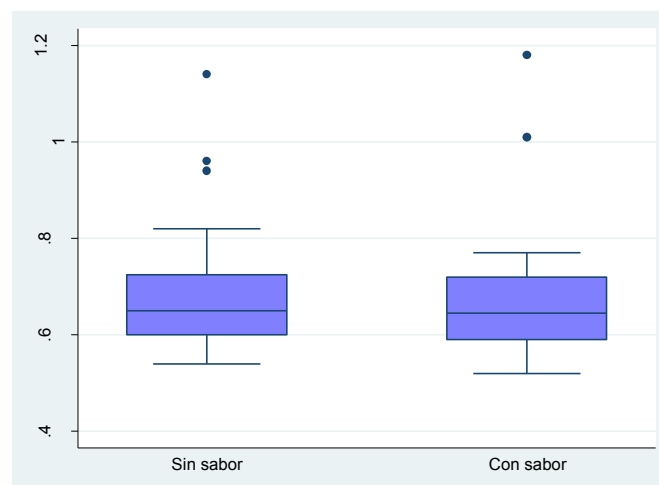


Figura 32. Comparación de medianas al umbral de la deglución

### Número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución

El valor de la media del número de ciclos necesarios para llegar al umbral fue de 40.1 ciclos al masticar el alimento prueba artificial sin sabor y 40.3 ciclos (Figura 33), al masticar el alimento prueba artificial con sabor, no encontrando diferencias estadísticamente significativas, (T-Student para muestras pareadas:  $p=0.910$ ).

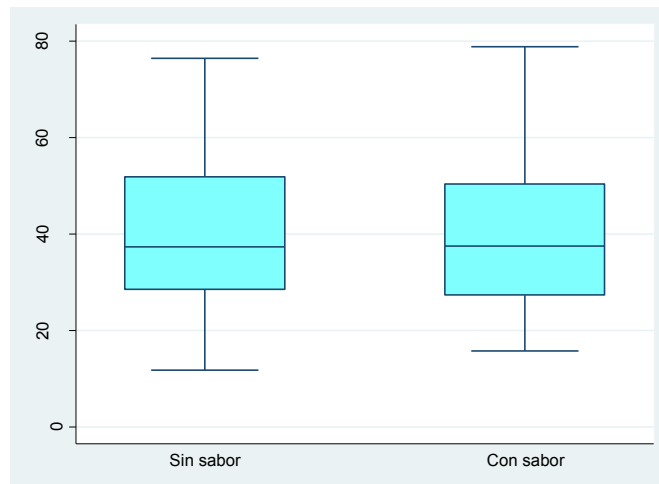


Figura 33. Comparación de medias al umbral

### Coeficiente de correlación intraclase

Se evaluó el coeficiente de correlación intraclase con la finalidad de conocer qué tan coincidentes eran los valores del tamaño medio de partícula al masticar el alimento prueba artificial con sabor y sin sabor después de 20 ciclos y al umbral de la deglución. El CCI para el umbral de la deglución fue de 0.89 (Figura 34) y para 20 ciclos de 0.86 (Figura 35); ambos resultados de las correlaciones son considerados como muy buenos.

TMP alimento prueba con sabor

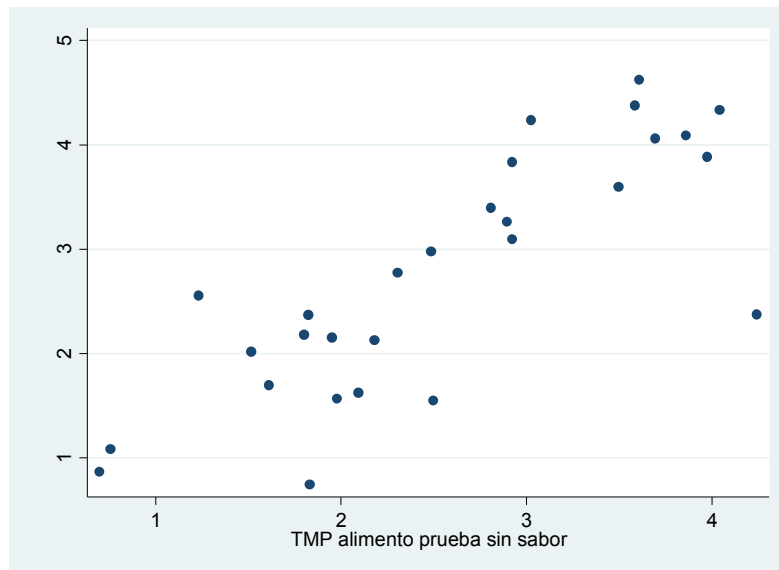


Figura 34. Gráfico de dispersión entre TMP con sabor y TMP sin sabor al umbral de la deglución.

TMP alimento prueba con sabor

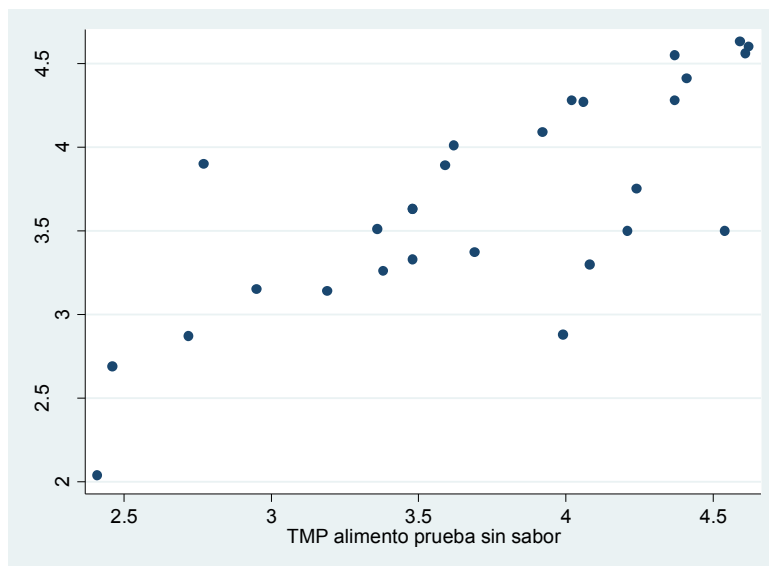


Figura 35. Gráfico de dispersión entre TMP con sabor y TMP sin después de 20 ciclos

El comportamiento del tamaño medio de partículas con respecto al número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución y después de 20 ciclos se expresa como una correlación negativa en donde a mayor número de ciclos masticatorios, menor es el tamaño medio de partícula independientemente del tipo de alimento prueba utilizado (con sabor/sin sabor) (figura 36).

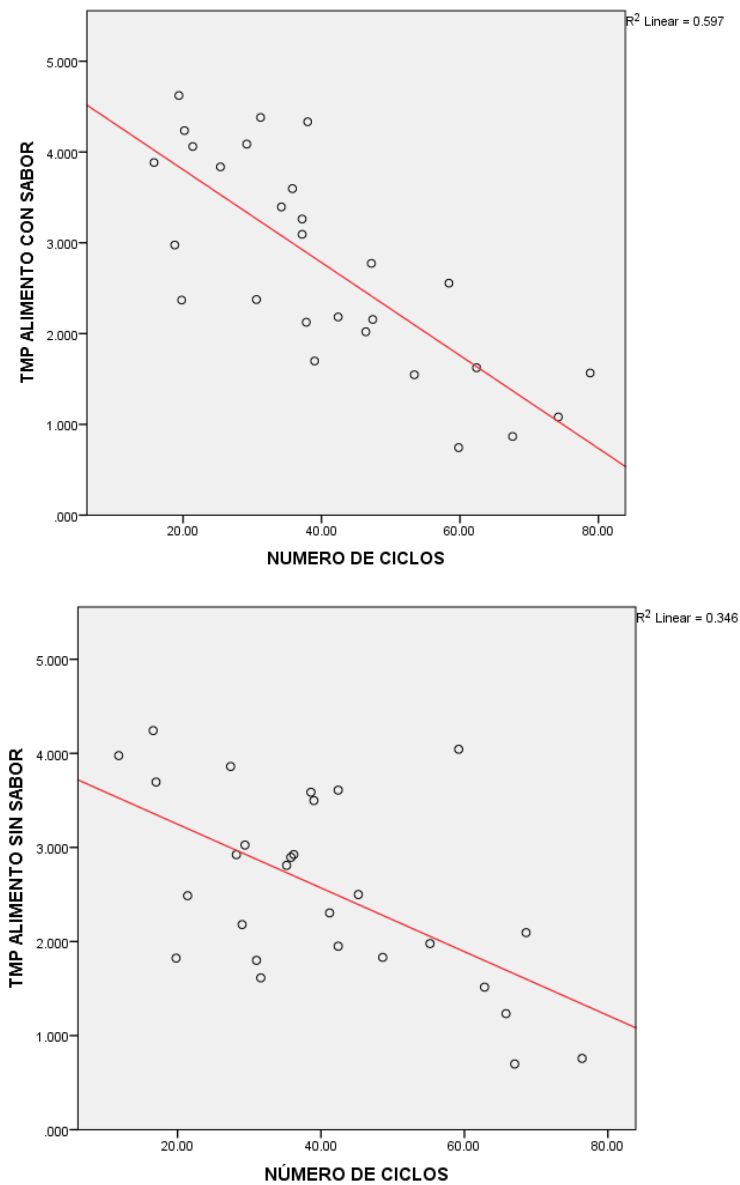


Figura 36. Gráficos de dispersión de la correlación entre el TMP y el número de ciclos al umbral de la deglución con alimento con sabor y sin sabor.

## Asignación aleatoria de las pruebas

La asignación aleatoria del tipo de alimento quedó de la siguiente manera: en la prueba al umbral de la deglución 11 sujetos comenzaron con el alimento con sabor y 17 con el alimento sin sabor; en la prueba después de 20 ciclos 12 sujetos comenzaron con el alimento con sabor y 16 con el alimento sin sabor. Tanto en la prueba al umbral como después de 20 ciclos la aleatorización se distribuyó de manera semejante (Tabla 10).

**Tabla 10.** Distribución de las pruebas

Grupo	Umbral	20 ciclos
<b>1 CS/SS</b>	11 niños	12 niños
<b>2 SS/CS</b>	17 niños	16 niños
<b>Total:</b>	28	28

CC=con sabor; SS: sin sabor

El tamaño medio de partícula (Tabla 11) para los niños que comenzaron la prueba con el alimento con sabor tanto en la prueba al umbral y después de 20 ciclos se mantuvo en su mayoría sin diferencias estadísticamente significativas al compararlo con el alimento sin sabor (Figura 37 y 38).

**Tabla 11.** Tamaño medio de partícula en las pruebas por grupo

Grupo	Umbral	20 ciclos
<b>1 CS/SS</b>	2.63±0.86 mm	3.66±0.69 mm
<b>2 SS/CS</b>	2.69±1.2 mm	3.65±0.61 mm

CC=con sabor; SS: sin sabor

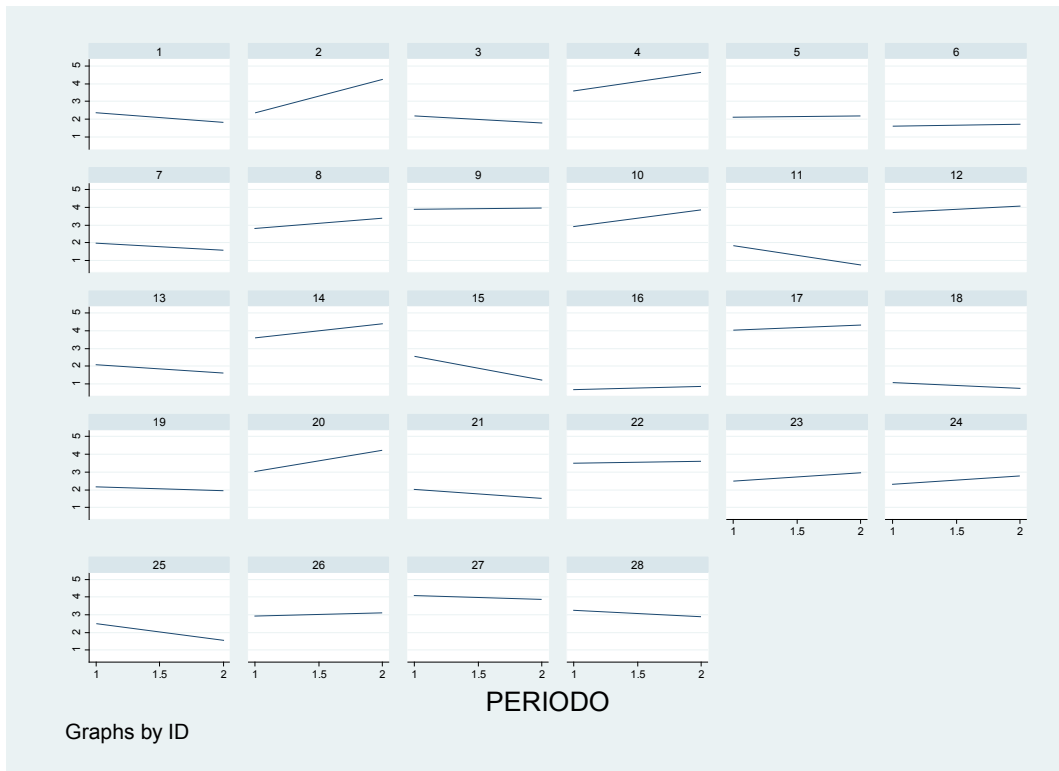


Figura 37. Gráfico de línea. Muestra el TMP en la prueba al umbral para los niños que comenzaron la prueba con la tableta con sabor (CS=1,2,3,5,9,15,18,19,21,27,28) y para los niños que comenzaron la prueba con la tableta sin sabor (SS=4,6,7,8,10,11,12,13,14,16,20,22,23,24,25,26)

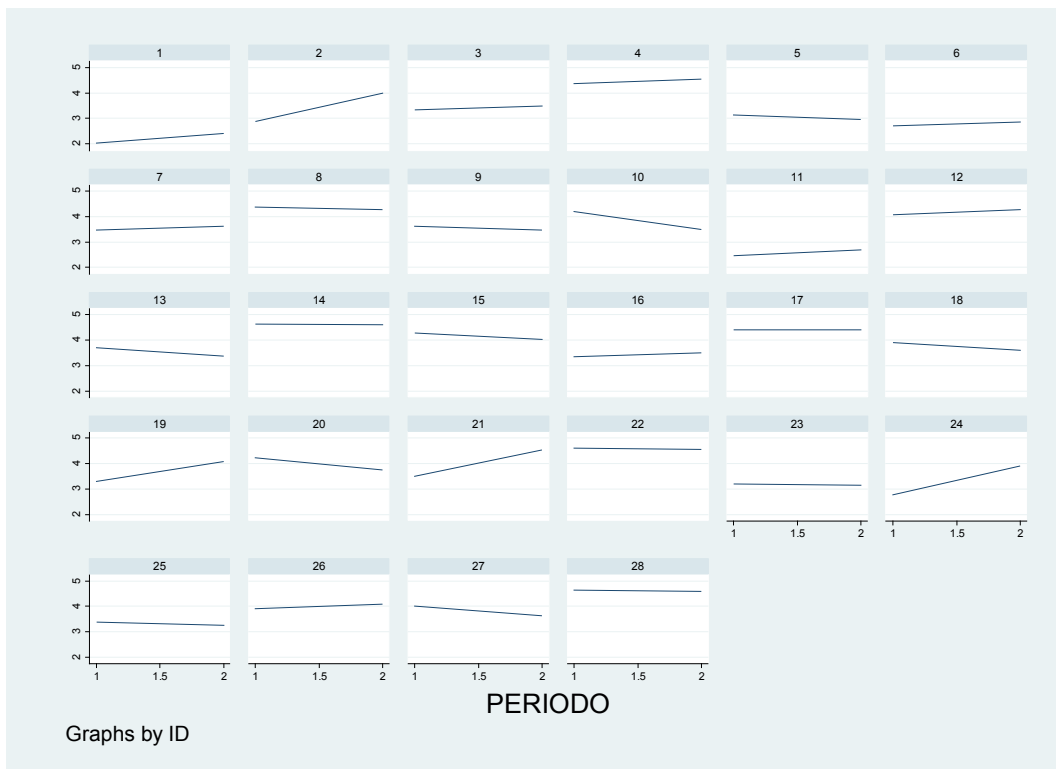


Figura 38. Gráfico de línea. Muestra el TMP en la prueba después de 20 ciclos para los niños que comenzaron la prueba con la tableta con sabor (CS=1,2,4,12,13,15,17,20,22,24,26,27) y para los niños que comenzaron la prueba con la tableta sin sabor (SS=3,5,6,7,8,9,10,11,14,16,18,19,21,23,25,28)

## **Pérdida de material**

Siempre existe una pérdida de material ya sea durante el procesado de la muestra, al momento de escupir el material o incluso pudiese existir deglución del material. Al analizar el faltante de material hubieron diferencias estadísticamente significativas ( $p=.024$ ) para la pérdida del alimento con sabor del 4.5% equivalente a 0.3 g y 3.6% equivalente a 0.2 g para el alimento prueba sin sabor con un peso inicial de 7.5 g.



## 9. Discusión

La evaluación objetiva de la función masticatoria se ha podido lograr a través de la medición del “desempeño masticatorio”, mediante la masticación de alimentos prueba ya sean naturales o artificiales. Para dicha evaluación se han establecido diferentes parámetros que debe cumplir un alimento prueba siendo idóneo el alimento artificial elaborado con silicona por condensación (Albert et al., 2003). No obstante, este alimento al ser elaborado con un material plástico genera controversia al presentar características poco comparables con un alimento natural; una de estas características es carecer de sabor. Es importante enfatizar y con base a lo descrito por Dalberg en 1942: “un alimento prueba artificial debe tener un buen o al menos un sabor indiferente”, que el objetivo de este estudio no fue evaluar distintos tipos de sabores y su relación con el comportamiento de los diferentes parámetros de la masticación, sino evaluar si la carencia de sabor en el alimento prueba artificial a base de silicona por condensación utilizado en diversos estudios previos y propuesto como un material idóneo (Edlund & Lamm, 1980) repercute en el desempeño masticatorio de los individuos en estudio, en este caso en niños de 8 a 10 años de edad.

Las diferentes características de un alimento son evaluadas por los individuos al inicio de la masticación y antes de ser deglutidos siendo posible masticarlo más o expulsarlo si éste es desagradable. El estudio de dureza, humectación, textura de los alimentos y tamaño del bolo han dominado la investigación sobre los mecanismos de la masticación y aunque es de suponerse que el sabor de los alimentos tiene considerable influencia en el proceso de la masticación, rara vez se ha considerado como objeto de estudio. Hasta la fecha los estudios existentes sobre el sabor del alimento giran en torno a la relación de la fractura del alimento y la consecuente liberación del sabor. Pocos estudios evalúan si el sabor o el agrado de un alimento modifica los parámetros de la masticación tales como el tamaño del bocado, el tamaño medio de partícula, el número de ciclos masticatorios o la duración del ciclo masticatorio.

El resultado de este estudio indica que el número de ciclos masticatorios requeridos para llegar al umbral de la deglución no se ve modificado por la presencia de sabor en el alimento empleado (40.3 con sabor, 40.1 sin sabor), al no encontrar diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.910$ ), sin embargo, la mayor variación en el número de ciclos se observó entre sujetos ya que para la tableta con sabor el menor número de ciclos fue 15 y el mayor 78 y para la tableta sin sabor el menor número de ciclos fue 12 y el mayor 76, lo cual nos hace recordar que los patrones de masticación varían considerablemente entre sujetos para un mismo alimento. Se sabe que los sujetos que utilizan un pequeño número de ciclos masticatorios para una comida

consistentemente también utilizan pocos ciclos para todos los tipos de alimentos. (Fontijn - Tekamp et al., 2004).

Wilson y Brown (1997) en una investigación que consistió en estudiar la fractura en la cavidad oral de una serie de alimentos con base de gel, azúcar y sabor plátano (1%) encontraron que el número de ciclos masticatorios no se vió afectado por las variaciones en la concentración de azúcar, mientras que las diferentes concentraciones de gel si afectaba el número de ciclos debido a que dichas concentraciones modificaron la dureza del alimento. Por otro lado, en un estudio realizado por Alfonso et al. (2002) investigaron los cambios en la masticación en sus diferentes etapas a través de un alimento artificial con base de gel, azúcar, ácido cítrico y diferentes concentraciones de quinina (0, 40, 70 y 100  $\mu$ M, lo cual le confiere al alimento un sabor amargo), no encontrando relación entre el número de ciclos masticatorios y otros parámetros de la masticación ( $p > 0.005$ ) por la presencia de sabor amargo en el alimento. Llama la atención que dos de los sujetos de ese estudio presentaron valores extremos. Mientras uno presentó un número muy alto de ciclos masticatorios de acuerdo a las diferentes concentraciones de quinina (39, 46, 42, 47 ciclos) el otro mostró un número reducido de ciclos masticatorios (26, 21, 25, 25 ciclos).

Contrario a nuestro estudio y el de los autores antes mencionados, Neyraud et al. (2005) evaluaron si el sabor amargo del alimento podría influir en la forma en que éste es procesado en la boca. Los sujetos masticaron gelatina con diferentes concentraciones de quinina (0, 241, 362, 482, 723 y 1446  $\mu$ mol/kg) . Encontraron que el aumento en la concentración de la quinina provocaba una disminución en el número de ciclos masticatorios; entre mayor era la concentración de quinina menor era el número de ciclos masticatorios (30, 27, 25, 24, 23, 22 ciclos,  $p < 0.01$ ). Esto se presentó posiblemente debido a que el sabor amargo es desagradable y utilizaron mayores concentraciones de quinina. Sin embargo, las variaciones en las mediciones de la masticación fueron mayores entre los sujetos que entre los niveles de quinina.

Con base en un estudio hecho por Bellisle et al. (2000) con trozos de sandwiches de diferentes sabores utilizados como alimento prueba, se esperaba que en nuestro estudio el número de ciclos al umbral de la deglución se viera modificado en mayor o menor medida, es decir, a mayor agrado del alimento se esperaba un menor ó un mayor número de ciclos al umbral de la deglución, ya que dicho estudio mostró que tanto la duración de los ciclos al umbral de la deglución (disminuía de 16 s a 13 s), el número de ciclos masticatorios (disminuía de 19 a 17 ciclos) y la duración del intervalo entre dos bocados sucesivos era menor (disminuía de 3 s a 2 s) conforme la palatabilidad aumentaba. En contraste con esto en nuestro estudio el número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución (40.3 con sabor, 40.1 sin sabor), y la duración

del ciclo masticatorio (0.64 s con sabor, 0.64 s ), no mostró diferencias estadísticamente significativas al comparar los dos tipos de alimentos prueba.

La masticación es una actividad rítmica que puede ser modificada por la información periférica generada en la boca, es decir, dependiendo de la estructura del alimento, sabor, dureza etc., puede variar significativamente el tiempo en que la comida permanece en la boca, ya que la numerosa información sensorial obtenida de la cavidad oral evalúa al instante el estado del bolo, la consistencia, textura y sabor y se juzga si es seguro deglutir el alimento o se decide no hacerlo. Por tal motivo el sabor puede influir en el consumo o no del alimento así como en la cantidad de consumo de éste pero no como tal en los patrones de la masticación.

En contraste con los pocos estudios que se han hecho sobre el “sabor”, otras características como el tamaño del bolo, la textura, el grado de humectación y la dureza del alimento han demostrado tener influencia sobre el número de ciclos masticatorios.

El número de ciclos masticatorios varía en función de la textura de bocados del mismo tamaño de diferentes alimentos (pastel, melba, pan, zanahoria, cacahuates, queso), lo que implica que la consistencia y textura de los alimentos influye en gran medida sobre la función masticatoria (Engelen et al., 2005). La textura en el proceso de la masticación también se ha estudiado con carne utilizando dos texturas diferentes: dura y seca contra carne suave y jugosa. La carne más dura mostró mayor dificultad para ser masticada y tanto la actividad muscular como el porcentaje de saliva incorporado en el bolo listo para ser deglutido, fueron significativamente mayores con el bolo de carne suave (Mioche et al., 2003).

En el mismo estudio realizado por Engelen et al. (2005) determinaron que el grado de humectación de los alimentos influye en el proceso de la masticación ya que los productos secos evidentemente requieren más ciclos masticatorios para ser fracturados por requerir añadir suficiente saliva para formar un bolo cohesivo para su deglución en comparación a los productos húmedos los cuales requieren menor número de ciclos masticatorios antes de ser deglutidos ( $p < 0.001$ ); mientras para un trozo de pastel de  $7.9\text{cm}^3$  se requieren 17 ciclos para un trozo de zanahoria del mismo volumen se requieren 63 ciclos masticatorios. Se observaron resultados similares en un estudio en el cual la lubricación del bolo alimenticio se varió de forma experimental, encontrando que la adición de pequeñas cantidades de agua (5 ó 10 mL) a un alimento reduce significativamente el número de ciclos masticatorios para la deglución (Van der Bilt et al., 2007). Este mismo comportamiento se observa en el caso de la dureza, ya que después de masticar diferentes tipos de alimentos con diferentes grados de dureza, el número de ciclos masticatorios varía, entre más duro es el

alimento se necesitan más ciclos masticatorios antes de ser deglutido (cacahuates, coco, zanahorias) en comparación con los alimentos blandos los cuales son deglutidos rápidamente por ser suaves y caracterizarse por un alto contenido de agua (pepinillos, clara de huevo, champiñones y aceitunas) (Chen et al., 2013). Cuando el volumen de alimento no es controlado el número de ciclos masticatorios necesarios para que el alimento pueda ser deglutido aumenta linealmente en función del volumen de alimento (1,2,3 cm<sup>3</sup>; 32, 38 y 45 ciclos respectivamente) ( $P < 0.001$ ) (Fontijn-Tekamp et al., 2004).

En el caso de nuestro estudio se contempló desde un inicio la posibilidad de un cambio en la textura del alimento prueba después de ser modificado con el saborizante, ya que la adición de pequeñas moléculas que no contribuyen a los elementos de la matriz estructural del polímero pueden alterar las propiedades mecánicas de éste y por tanto alterar los patrones de fractura al momento de la masticación. Por este motivo se controló dicha variable a través de diferentes pruebas mecánicas realizadas a la muestra no encontrando cambios significativos en la textura del alimento artificial modificado con cantidades bajas de saborizante. De no haber controlado esta variable hubiésemos podido encontrar posibles diferencias asociadas al cambio de textura y no a la presencia de sabor. La dureza es una característica que no repercute en los resultados de este estudio al ser una variable que se controló desde el diseño del estudio a través de la estandarización en cada una de las muestras de 62 a 65 unidades shore A.

En relación al tamaño medio de partícula obtuvimos una buena correlación entre el tamaño medio de partícula de los sujetos al masticar el alimento prueba con sabor y sin sabor (CCI:0.89), lo que nos permite corroborar la idoneidad del silicón como material de prueba. No encontramos diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) en el tamaño medio de partícula después de 20 ciclos o al umbral de la deglución entre los dos tipos de alimento asociadas a la presencia de sabor en las muestras. Con base a nuestros resultados, podemos ver entonces que el sabor no modifica el tamaño medio de partícula.

Un factor importante que ha demostrado modificar el tamaño medio de partícula es el tamaño del bocado. En un estudio realizado por Buschang et al. (1997) donde evaluaron la diferencia entre diferentes tamaños de bocado y su relación con la masticación encontraron como resultado que entre más pequeña es la cantidad del bocado, el tamaño medio de partícula es menor y viceversa. La fuerza necesaria para masticar un trozo de manzana aumenta con el espesor de la muestra de alimento además de que el movimiento de la mandíbula en tamaños más grandes de bocado requieren que la mandíbula se abra a un nivel lo suficientemente grande para colocar

el bolo alimenticio entre los dientes molares para su masticación (van der Bilt et al, 1991). De igual manera en el estudio realizado por Fontijn-Tekamp et al. (2004) reportaron que el tamaño medio de partícula disminuye linealmente en función del volumen de alimento (1,2,3 cm<sup>3</sup>; 2.94, 2.87, 2.67mm respectivamente) (P <0.001). En el estudio realizado por Chen et al. (2013) donde se evaluaron diferentes parámetros de la masticación después de masticar diferentes tipos de alimentos, el tamaño medio de partícula variaba desde 0.82 mm para los alimentos duros (cacahuates, coco, zanahorias) hasta 3.04 mm para los alimentos blandos (pepinillos, clara de huevo, champiñones y aceitunas).

En el estudio realizado por Bellisle et al., (2000) la cantidad de comida ingerida aumentaba en función de la palatabilidad del alimento, es decir, que a mayor agrado del alimento, los sujetos consumían mayor cantidad (de 5 a 17 trozos de alimento). En nuestro estudio, de igual forma que la dureza, no es posible evaluar este parámetro ya que controlamos la cantidad de alimento (3 cuartos de tableta) que debe de masticar el sujeto en cada prueba realizada durante el estudio. Pese a que en nuestro estudio no encontramos diferencias en los parámetros de la masticación es importante señalar que el 100% de los sujetos mostró mayor agrado al masticar el alimento que contenía sabor. Se ha demostrado que el sabor naranja es un sabor aceptado por la mayoría de la población de distintas edades (Zandstra, 1998; Rolls et al., 2015). Para este estudio se tomó en cuenta que los niños consumen más los alimentos que tienen un sabor familiar (Mennella et al. 2004; Mennella y Beauchamp. 2005; Mennella y Trabulsi. 2012), y en los cuales existe una correlación entre su color y su sabor. Los niños prefieren alimentos de color rojo, verde, naranja y amarillo (Walsh et al. 1990). La silicona utilizada para la elaboración del alimento prueba tiene un color amarillo y al adicionar sabor “naranja” generamos una correlación entre éstos y por tanto un mayor grado de aceptación en los niños que fueron evaluados en contraste con el estudio realizado por Nayraud et al. (2005) donde la presencia de sabor amargo disminuía la aceptabilidad del alimento prueba.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las pruebas de comparación de nuestro estudio en donde ninguno de los parámetros evaluados (tamaño medio de partícula al umbral y después de 20 ciclos, amplitud de distribución, número de ciclos masticatorios al umbral de la deglución) mostraron diferencias estadísticamente significativas (p>0.05) al masticar el alimento con sabor o sin sabor, nos permiten corroborar lo descrito por Compagnon et al. (1999) el cual menciona que los alimentos prueba a base de silicón a pesar de que no reproducen las propiedades de un alimento natural muestran características suficientemente similares para ser sugeridas como una alternativa reproducible para la evaluación del desempeño masticatorio.

Otro aspecto importante de nuestro estudio y como aportación de éste es que si se quisiera evaluar en un futuro el desempeño masticatorio utilizando diferentes sabores (amargo, dulce, salado, etc.), es factible realizarlo con este alimento prueba a base de silicona por condensación, ya que podría simplificar la metodología empleada en estudios previos como en el caso del estudio realizado por Brown et al. (1996) en donde evaluaron la influencia del desempeño masticatorio sobre la percepción de la textura y sabor del alimento a través de pruebas separadas. Es decir, midieron el desempeño masticatorio a través del uso de dos alimentos prueba: almendras y goma de mascar y para evaluar la percepción de la textura y el sabor emplearon como alimento una pasta cocinada con salsa de tomate a diferentes grados de cocción. Obtuvieron como resultado al relacionar ambas pruebas, que los sujetos con mejor desempeño masticatorio identifican más rápido la textura y sabor de los alimentos.

Es importante señalar un dato importante y que casi nunca es reportado en los estudios de desempeño masticatorio con alimento artificial. Siempre existe una pequeña pérdida de material ya sea durante el procesado de la muestra al momento de vaciar la muestra sobre los tamices, al momento de escupir el material durante la realización de la prueba o incluso por la posible deglución del material durante la prueba. En nuestro estudio al analizar el faltante de material hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.024$ ) para la pérdida del alimento con sabor del 4.5% equivalente a 0.3 g y 3.6% equivalente a 0.2 g para el alimento prueba sin sabor con un peso inicial de 7.5 g. A pesar de que la silicona por condensación no es un material tóxico, se recomienda limitar su ingestión.

Una de las limitaciones de este estudio es que la selección de la muestra no fue aleatoria sino por conveniencia, siendo nuestros resultados aplicables únicamente a la población infantil entre los 8 y 10 años de edad, con las características de los criterios de inclusión establecidos.

## 10. Conclusiones

La silicona por condensación ha sido un material ampliamente utilizado para la elaboración del alimento prueba artificial en las pruebas de desempeño masticatorio. Como resultado de este estudio al no encontrar diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de la masticación tamaño medio de partícula y número de ciclos masticatorios después de 20 ciclos y al umbral de la deglución entre los dos tipos de alimento con sabor y sin sabor, podemos concluir que la presencia de un sabor agradable en comparación con la ausencia de éste en el alimento prueba de silicón no representa un factor importante que pueda modificar el patrón de masticación de los individuos en estudio. Reiterando con esto que a pesar de que las muestras de silicón tienen poco parecido con alimentos naturales, y de que su completa falta de sabor era considerada una posible desventaja como material de prueba ahora podemos decir que este material presenta propiedades adecuadas para una prueba estandarizada de desempeño masticatorio, cumpliendo con todos los criterios de un material de prueba. Es un material estable, preciso, reproducible, no se disuelve en agua o saliva y puede fragmentarse durante la masticación. No se rompe a lo largo de líneas de fractura predeterminadas, además, se puede almacenar sin perder sus propiedades. La única característica que continúa siendo una limitación para su uso es que los polímeros no pueden ser digeridos y no deben tragarse, sin embargo esta característica ha sido debidamente controlada en los estudios.

Este estudio también aportó información sobre la función masticatoria en niños de 8 a 10 años de edad ya que existe poca información al respecto.

Finalmente podemos mencionar que las tabletas de silicona normalmente utilizadas para evaluar la función masticatoria en estudios previos, proveen resultados válidos en niños.

## 11. Referencias Bibliográficas

Albert, T.E., Buschang, P.H., Throckmorton, G.S. (2003). Masticatory performance: a protocol for standardized production of an artificial test food. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30, 720-722.

Alfonso, M., Neyraud, E., Blanc, M., Peyron, M., Dransfield, E. (2002). Relationship between taste and chewing patterns of visco-elastic model foods. *Journal of Texture Studies*, 17 (2), 193-206.

Bates, J.F., Stafford, G.D., Harrison, A. (1976). Masticatory function - a review of the literature. III. Masticatory performance and efficiency. *Journal of Oral Rehabilitation*, 3(1),57-67.

Beauchamp, G. K., Mennella, J. A. (2011). Flavor Perception in Human Infants: Development and Functional Significance. *Digestion*, 83(suppl 1), 1-6.

Bellisle, F., Guy-Grand, B., Le Magnen, J. (2000). Chewing and swallowing as indices of the stimulation to eat during meals in humans: effects revealed by the edogram method and video recordings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24(2),223-8.

Boretti, G., Bickel, M., Geering, A.H. (1995). A review of masticatory ability and efficiency. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 74(4): 400-403.

Brown, W.E., Dauchel, C., Wakeling, I. (1996) Influence of chewing efficiency on texture and flavour perceptions of food. *Journal of Texture Studies*, 27, 433-450.

Brown, W.E., Langley, K. R., Mioche, L., (1996). Individuality of understanding and assessment of Sensory attributes of foods, in particular, tenderness of meat. *Food Quality and Preference*, 7(3), 205-216.

Buschang, P.H., Throckmorton, G.S., Travers, K.H., Johnson, G. (1997). The effects of bolus size and chewing rate on masticatory performance with artificial test foods. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24(7):522-6.

Chen J, Khandelwal, N., Liu, Z., Funami, T. (2013). Influences of food hardness on the particle size distribution of food boluses. *Archives of Oral Biology*, 58 (3):293-8.

Chen, J. (2009). Food oral processing—A review. *Food Hydrocolloids*, 23, 1-25.

Compagnon. D., Veyrone, J.L, Morenas, M., Faulks, D. (1999). Development of a synthetic bolus using silicone elastomer for the study of masticatory efficiency. *The Journal of prosthetic dentistry*,81(6):704-9.



- Dahlberg, B. (1946). The masticatory habits; an analysis of the number of chews when consuming food. *Journal of Dental Research*, 25:67-72.
- De Wijk, R.A., Engelen L., Prinz J.F. (2003). The role of intra-oral manipulation in the perception of sensory attributes. *Appetite*, 40(1):1-7.
- Edlund, J., Lamm, C.J. (1980). Masticatory efficiency. *Journal of Oral Rehabilitation*, 7, 123-130.
- Ekuni, D., Furuta, M., Takeuchi, N., Tomofuji, T., Morita, M. (2012). Self-reports of eating quickly are related to a decreased number of chews until first swallow, total number of chews, and total duration of chewing in young people. *Archives of Oral Biology*, 57(7):981-6.
- Engelen, L., de Wijk, R.A., Van Der Bilt, A., Prinz, J.F., Janssen, A.M., Bossman. F. (2005). Relating particles and texture perception. *Physiology & Behavior*, 86(1-2): 111-117.
- Fontijn-Tekamp, F.A., van der Bilt, A., Abbink, J.H., Bosman, F. (2004). Swallowing threshold and masticatory performance in dentate adults. *Physiology & Behavior*, 83, 431-436.
- Gavião, M.B, Raymundo, V.G., Rentes, A.M. (2007). Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Brazilian Oral Research*, 21(2):146-52.
- Hiiemae, K. (2004). Mechanisms of food reduction, transport and deglutition: how the texture of food affects feeding behavior. *Journal of Texture Studies*, 35, 171-200.
- Hiiemae, K., Heath, M.R., Heath, G., Kazazoglu, E., Murray, J., Sapper, D., Hamblett, K. (1996). Natural bites, food consistency and feeding behaviour in man. *Archives of Oral Biology*, 41(2):175-89.
- ISO 5492:2008(en) Sensory analysis – Vocabulary. En: [<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5492:ed-2:v1:en>]
- Kimoto, K. Ogawa T, Neal R.G. Toyoda, M. (2004). Assessment of Masticatory Performance-Methodologies and their Application. *Prosthodontic Research Practice*, 3, 33-45.
- Lucas, P.W. & Luke, D.A. (1986). Is food particle size a criterion for the initiation of swallowing?. *Journal of Oral Rehabilitation*, 13, 127-136.
- Lucas, P.W., Prinz, J.F., Agrawal, K.R., Bruce, I.C. (2002). Food physics and oral physiology. *Food Quality and Preference*, 13 (2002) 203-213.
- Manly, R. S., Braley, L.C. (1950). Masticatory performance and efficiency. *Journal of Dental Research*, 29, 448.

Mennella, A., Griffin, C.E., Beauchamp, G.K. (2004). Flavor programming during infancy. *Pediatrics*, 113(4):840-5.

Mennella, J.A., Beauchamp, G.K. (2005). Understanding the origin of flavor preferences. *Chemical senses*, 30 Suppl 1:i242-3.

Mennella, J.A., Trabulsi, J.C. (2012). Complementary foods and flavor experiences: setting the foundation. *Annals of nutrition & metabolism*, 60 Suppl 2:40-50.

Mioche, L., Bourdiol, P., Monier, S. (2003). Chewing behaviour and bolus formation during mastication of meat with different textures. *Archives of Oral Biology*, 48(3):193-200.

Neyraud, E., Peyron, M.A., Vieira, C., Dransfield, E. (2005) Influence of bitter taste on mastication pattern. *Journal of Dental Research*, 84(3):250-4.

Noble A.C., (1996). Taste-aroma interactions. *Trends in Food Science and Technology*, 7 (12) 439-444.

Olthoff, L.W., van der Bilt, A., Bosman, F. and Kleizen, H.H. (1984) Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Archives of Oral Biology*, 29, 899-903.

Pereira, L.C., Duarte-Gaviao M.B., Van der Bilt A. (2006). Influence of oral characteristics and food products on masticatory function. *Acta Odontológica Scandinavica*, 64, 193-201.

Riqueto-Gambareli, F., Diaz-Serra M., Pereira, L.J., Duarte-Gavião, M.B. (2007). Influence of measurement technique, test food, teeth and muscle force interactions in masticatory performance. *Journal of Texture Studies*, 38, 2-20.

Rolls, E.T., Kellerhals, M.B., Nichols, T.E. (2015). Age differences in the brain mechanisms of good taste. *Neuroimage*, 113:298-309.

Salles, C., Chagnon, M.C., Feron, G., Guichard, E., Laboure, H., Morzel, M., Semon, E., Tarrega A. (2011). In-mouth mechanisms leading to flavor release and perception. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(1):67-90.

Sugiura, T., Fueki, K. and Igarashi, Y. (2009) Comparisons between a mixing ability test and masticatory performance test using a brittle or an elastic food. *Journal of Oral Rehabilitation*, 36, 159-167.

Teff, K.L. (1996). Physiological effects of flavor perception. *Trends in Food Science and Technology*, 7 (12) 448-452.

Toro, A., Buschang, P.H., Throckmorton G., Roldán S. (2006). Masticatory performance in children and adolescent with Class I and Class II malocclusions. *European Journal of Orthodontics*; 28(2): 112-119.

Van der Bilt, A., van der Glas, H.W., Mowlana, F., Heath, M.R. (1993). A comparison between sieving and optical scanning for the determination of particle size distributions obtained by mastication in man. *Archives of Oral Biology*, (2):159-62.

Van der Bilt, A., Weijnen, F.G., Ottenhoff, F.A., van der Glas, H.W., Bosman, F. (1995). The role of sensory information in the control of rhythmic open-close movements in humans. *Journal of Dental Research*, 74(10):1658-64.

Van der Bilt, A., Engelen, L., Pereira, L.J., van der Glas, H.W., Abbink, J,H, (2006). Oral physiology and mastication. *Physiology & Behavior*, 89(1):22-7.

Van der Bilt A. (2011). Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: a review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 38(10):754-80.

Walsh, L.M., Toma, R.B., Tuveson, R.V., Sondhi, L. (1990). Color preference and food choice among children. *The Journal of Psychology*, 124(6):645-53.

Wilson, C., Brown, W. (1997). Influence of food matrix structure and oral breakdown during mastication on temporal perception of flavor. *Journal of Sensory Studies*, 12(1):63-86.

Woda A., Hennequin M., Peyron M.A., (2011). Mastication in humans: finding a rationale. *Journal of Oral Rehabilitation*. 38(10):781-4.

Woda A., Mishellany, A., Peyron, M.A. (2006). The regulation of masticatory function and food bolus formation. *Journal of Oral Rehabilitation*. 33(11):840-9.

Yurkstas, A., Manly, R.S. (1950). Value of different test foods in estimating masticatory ability. *Journal of Applied Physiology*, 3(1):45-53.

Zandstra, E.H. (1998). Sensory perception and pleasantness of orange beverages from childhood to old age. *Food Quality and Preference*, 9(1-2): 5-12.

## 12. Anexos



### Anexo 1

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y ÉTICA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CIE/01/04/11/2012

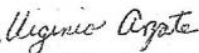
ASUNTO: Protocolo  
“Evaluación de la confiabilidad y del efecto de los factores “apetito” y “sabor” en pruebas de desempeño masticatorio y máxima fuerza oclusal en niños de 8 a 10 años”

Dra. Ana María Wintergest Lavín,

PRESENTE

Distinguida Dra. Wintergest,

En relación al protocolo de investigación “Evaluación de la confiabilidad y del efecto de los factores “apetito” y “sabor” en pruebas de desempeño masticatorio y máxima fuerza oclusal en niños de 8 a 10 años”, este comité después de revisarlo, determinó que cumple con las normas establecidas en el manual de operaciones del CIE de la Facultad de Odontología, ya que es de bajo riesgo, no invasivo y contiene las cartas de consentimiento de los padres o tutores, por lo que procede su inicio.

  
Dr. Higinio Arzate

Presidente

Atentamente

  
Mtro. Carlos Hernández Hernández

Secretario

En La Ciudad de México el día 30 de Noviembre de 2012.

ccp. C.D. ESP. María Guadalupe Vega Paz



## Anexo 2

### Consentimiento Válidamente Informado



### Evaluación del efecto del “sabor” del alimento en las pruebas de desempeño masticatorio en niños de 8 a 10 años de edad

Antes de aceptar la participación de su hijo(a) en este proyecto de investigación es primordial que usted conozca y entienda en qué consistirá dicha participación la cual se llevará a cabo de manera voluntaria.

#### ¿Quiénes podrán participar en el proyecto de Investigación?

Niños de 8 a 10 años de edad que acudan a las Clínicas de las diferentes dependencias de la Facultad de Odontología y Posgrado de odontología de la UNAM

#### ¿Cuál es el propósito de este proyecto de Investigación?

Obtener información sobre el efecto del sabor de los alimentos y su relación con el proceso de masticación. Para tal fin el padre, madre o responsable legal del niño(a), y el niño(a) deberán aceptar participar.

#### ¿En qué consistirá la participación del niño?

Consistirá en una prueba en la cual el niño deberá morder y masticar un alimento artificial hecho a base de silicón (no tóxico ni dañino para el niño). La sesión durará entre 15 y 20 minutos. En caso de que el niño requiera descanso durante la prueba de masticación deberá así indicarlo al médico odontopediatra que estará supervisando el procedimiento. Esta prueba se realizará en una de las clínicas de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPEI) de la Facultad de Odontología de la UNAM.

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 el proceso de masticación de los niños ante ciertos alimentos de acuerdo al sabor de estos, siendo de suma utilidad para futuras generaciones.

Los riesgos de su participación en el proyecto de investigación son mínimos por que no existen efectos dañinos por masticar el alimento de prueba proporcionado, ya que se encuentra aprobado su uso para este tipo de pruebas.

Al niño se le darán instrucciones para que no ingiera el alimento prueba, y en dado caso de que ocurriera accidentalmente, el alimento no es digerido y desechado fácilmente por el organismo.

Esta investigación ha sido previamente aprobada por un comité de ética, que asegura que es posible y segura realizar dichas pruebas en la población.

**Confidencialidad de los datos.**

Solo se utilizarán datos como edad, sexo, tipo de mordida, y su nombre permanecerá en el anonimato y no será utilizado en ninguna publicación o presentación. 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 dudas relacionadas con esta Investigación. El decidir participar o no, no afectará de ninguna forma su tratamiento dental en la clínica de Odontopediatría.

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. Esp. María Guadalupe Vega Paz

(Alumna del Programa de Maestría y Doctorado en  
Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud)

Teléfonos: 56051256 / 0554413614809



## Anexo 3

### Formato para la Recolección de Datos

#### Tableta con sabor



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

Nombre del niño(a): \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Fecha de Nacimiento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### 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: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Anexo 4

### Formato para la Recolección de Datos

#### Tableta con sabor



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

Nombre del niño(a): \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Fecha de Nacimiento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### 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: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Anexo 5



### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas Odontológicas y de la Salud

#### EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN ALIMENTO PRUEBA ARTIFICIAL

NOMBRE: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

- Se le han dado a probar tres muestras (A, B, C) de un alimento artificial, saboree cada una con cuidado y marque con una X como las calificaría, con sabor o sin sabor.

MUESTRAS	CON SABOR	SIN SABOR
<b>A</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>B</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>C</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Si en alguna de las muestras identifico algún sabor podría marcar con una X si detectó alguno de los siguientes sabores o escribir en el recuadro el sabor identificado:

Naranja <input type="checkbox"/>	Plátano <input type="checkbox"/>	Vainilla <input type="checkbox"/>	Mango <input type="checkbox"/>
Limón <input type="checkbox"/>	Uva <input type="checkbox"/>	Fresa <input type="checkbox"/>	Piña <input type="checkbox"/>

- Si en alguna de las muestras identifico algún sabor podría marcar con una X si detectó alguno de los siguientes sabores:

Dulce <input type="checkbox"/>	Salado <input type="checkbox"/>	Acido <input type="checkbox"/>	Amargo <input type="checkbox"/>
Agridulce <input type="checkbox"/>			

- Podría indicar como calificaría a la muestra con sabor?

Me gusta	No me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 6



# ¡Gracias!

a

Por su participación en los Proyectos de Investigación sobre:  
 “Desempeño Masticatorio en niños de 8 a 10 años de edad”

Septiembre-Diciembre 2013

*Maria G. Vega Paz*

María G. Vega Paz

*Ana Ma. Wintergerst Lavín*

Ana Ma. Wintergerst Lavín





**FICHA DE ESTADO DE SALUD BUCAL**

Agradecemos la participación de su hijo en los proyectos de Investigación sobre masticación: “Desempeño Masticatorio en niños de 8 a 10 años de edad”, efectuados en el periodo de Septiembre a Diciembre del 2013.

Como parte de este proyecto en el reverso de esta ficha encontrará el estado de salud bucal actual de su hijo (numero de dientes con caries) así como las necesidades de tratamiento Odontológico del mismo.

En caso de que su hijo (a) requiera tratamiento Odontológico usted podrá acudir a la Clínica Multidisciplinaria Reforma “FES Zaragoza ubicada en: Norte 1 esquina Poniente 10 col. Reforma, Cd. Nezahualcóyotl, Edo. México en el Servicio de Odontología para niños, la cual cuenta con precios accesibles.

María G. Vega Paz  
55-37-31-31-56



**FICHA DE ESTADO DE SALUD BUCAL**

NOMBRE: \_\_\_\_\_

Diagrama de dientes con cuadros para registrar el estado de salud bucal. Incluye dientes superiores e inferiores con cuadros para marcar caries.

**Dientes con Caries:** \_\_\_\_\_

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