



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

***COMPARACIÓN DEL PERFIL DE TEXTURA DE LAS SILICONAS DE
CONDENSACIÓN (OPTOSIL COMFORT® Y OPTOCAL) CON ALIMENTOS DE
DUREZA MEDIA-ALTA***

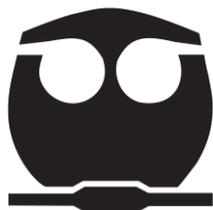
TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

VICTORIA PORTILLA JUAREZ



MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: GOMEZ ANDRADE DULCE MARIA**

VOCAL: **Profesor: SEVERIANO PEREZ PATRICIA**

SECRETARIO: **Profesor: MENDEZ GALLARDO CARLOS IVAN**

1er. SUPLENTE: **Profesor: RIOS DIAZ SANDRA TERESITA**

2° SUPLENTE: **Profesor: ESCAMILLA LOEZA ADELINA**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

**ANEXO DEL LABORATORIO 4-D, LABORATORIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL. EDIFICIO A.
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA. FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM**

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

ASESOR DEL TEMA:

DRA. PATRICIA SEVERIANO PÉREZ _____

SUPERVISOR TÉCNICO:

DRA. ANA MARÍA WINTERGERST LAVÍN _____

SUSTENTANTE (S):

VICTORIA PORTILLA JUÁREZ _____

Con dedicatoria especial para:

*A mi madre Elizabeth Juárez mis hermanas Elizabeth y Beatriz Portilla y
mi sobrino Yoel*

Mis abuelos Jovita Roldan y Antonio Juárez

¡Esto es por ustedes y para ustedes!

Dedicado a:

Dios:

Gracias por iluminar mi camino y ayudarme a lograr todo lo que me propongo. Gracias por estar a mi lado en las buenas y en las no tan buenas, pero sobre todo gracias porque me rodeas con toda esa gente que son una parte de ti para llegar a hasta mi.

Mi Madre Fliza:

Todo esto es por ti y para ti siempre recuérdalo, gracias de verdad ¡gracias! Por llevar a término uno de los mayores logros de mi vida, por ser parte de ello y ser mi motor en todo momento, no ha sido fácil pero lo logramos fres y serás el mejor ejemplo de mujer que puede existir JFAAB

Mi hermana Liz:

Gracias por apoyarme en todas mis locuras y ser un ejemplo más de mujer en mi vida y ser esa parte que me impulsaba hacer lo que quería. A la mujer que me enseñó a estudiar y trabajar al mismo tiempo Je amo hermana bolita de boliche

Mi hermana Betty:

Que te puedo decir tu viviste esta carrera conmigo y cuando caía tu estuviste ahí para levantarme fuiste un soporte emocional y sustancial en este trayecto y claro lo sigues siendo. Gracias por ser mi maestra particular, pero sobre todo por ser mi amiga en la carrera Je amo hermana babuchis

Mi sobrino Yoel:

Mi hombrecito, gracias porque todos los días me enseñas muchas cosas que a veces olvido, gracias por permitirme compartir esta carrera desde pequeño. Siempre ve por más. Je amo mi mostro

Mis abuelos:

Mis viejitos gracias por creer en mi ,en su victoriosa. Gracias por enseñarme a que tenemos mucho tiempo para hacer muchas cosas, pero lo que no tenemos de sobra es vida. Los Amo

Mi novio:

*Gracias Edgar por estar a mi lado en el culmino de mi carrera, por todo tu apoyo (asesor externo, no fui fácil), gracias por darme el ultimo empuje en mi carrera y cerrar esta etapa de mi vida con vivencias que recordare el resto de mi vida con gran amor. Sin tu apoyo no hubiera dado el último empuje en estos momentos. JF
AtMB recuérdalo siempre.*

Mis padrinos:

Gracias por estar conmigo en toda mi preparación escolar y personal a mi lado. Los quiero

Mis Tios Sam y Cleo:

Por todo su cariño y enseñanza, cuando el alumno está listo aparece el maestro. Los quiero.

Mis tios Marcos, Amelia, Bernardo e Isabel:

Gracias por creer en su sobrina y por su apoyo total. Los quiero

Jhalia:

Gracias por todo el cariño y apoyo que me brindaste en este tiempo y el que nos falta, sabes que eres y seras como una hermana para mi Je quiero.

JSCRAP (Abraham y Mauricio):

Por su dedicación y aprendizaje externa a la carrera por creer en mi como Quimica y como paramédico y enseñarme ese gran trabajo en equipo, a nunca rendirme aunque la situación no sea la más agradable. Los quiero.

Agradecimientos

Dra. Patricia Severiano Pérez:

Por apoyarme en la etapa final de mi carrera y darme la oportunidad de trabajar a su lado. Brindarme su conocimiento sin excepción y sobre todo siempre a dar lo mejor de mis conocimientos. Sobre todo por el apoyo emocional que siempre me brindo durante mi estadía en el laboratorio.

Dra. Ana Wintergerst Lavín

Por brindarme la oportunidad de trabajar y aprender a su lado. Por el apoyo en la realización de este proyecto incondicional y creer en mí.

Gracias.

Panel de Jueces entrenados

Este trabajo también es de ustedes, estos son los resultados de su participación como panelistas.

José Alberto R. C.

Karen Aránzazu D. R.

Ana Iris S. C.

Víctor M. D.

Rosalba G. D.

Norma Elena H. B.

Sara S. R.

David M. R.

Jesús Joseft T. G.

Vanessa V. M.

Yessarela A .G.

María Magdalena R .G.

Laila N. C .P.

Jazmín U. V.

Mónica Paola A. P.

Talina Corazón M. G.

María Alejandra G. I.

Juan José H. G.

Andrea G. V.

María del Rosario R. L.

Claudia Itzel U. S.

Beatriz Xóchitl T. T.

Leticia Guadalupe J.P.

Mitzi Tzitziky S. P.

¡Gracias!

Compañeros de Laboratorio de Sensorial 4D

Gracias por su colaboración en las evaluaciones y convivencia durante la realización de mi tesis Marce, Dulce y Monse

Amigos

Thalía, Abraham, Cesar, David, Belén, Paus, Lilis, Patys (#28), Jazmín, Mis grandes amigos en la facultad los quiero colegas gracias por las experiencias vividas.

Índice

1 JUSTIFICACIÓN	1
2 INTRODUCCIÓN	2
3 OBJETIVO GENERAL	4
4 OBJETIVOS PARTICULARES	4
5 MARCO TEÓRICO	5
5.1. MASTICACIÓN	5
5.1.2 DIFERENTES FORMAS DE EVALUAR LA FUNCIÓN MASTICATORIA	6
5.1.3.1 ALIMENTOS NATURALES	7
5.1.3.2 ALIMENTOS ARTIFICIALES.	8
5.2 EVALUACIÓN SENSORIAL	12
5.2.1 TEXTURA	13
5.2.2 ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA	16
5.2.3 ANÁLISIS INSTRUMENTAL	18
6 HIPÓTESIS	19
7. METODOLOGÍA	20
7.1 DIAGRAMA DE METODOLOGÍA	21
7.2 SELECCIÓN DE CANDIDATOS A JUECES	23
7.2.1 PRUEBAS OLFATORIAS	23
7.2.1.1 IDENTIFICACIÓN	23
7.2.1.2 DISCRIMINATIVAS	23
7.2.1.3 UMBRAL	23
7.2.2 GUSTOS BÁSICOS	24
7.2.3 PRUEBAS DISCRIMINATIVAS (DÚO-TRÍO, TRIANGULAR)	24
7.2.4 ORDENACIÓN DE TEXTURA (DUREZA- ADHESIVIDAD)	24
7.3 ENTRENAMIENTO EN EL ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (APT)	25
7.3.1 GENERACIÓN DE DESCRIPTORES	25
7.3.2 ELABORACIÓN DE LAS ESCALAS	27
7.4 EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS	28

7.4.1 ALIMENTOS	28
7.4.2 EVALUACIÓN DE SILICONAS.	29
7.5 ANÁLISIS INSTRUMENTAL	30
7.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
7.6.1 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	31
7.6.2 ANÁLISIS DE CONGLOMERADO (CLUSTER)	32
8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
8.1 SELECCIÓN DE JUECES	34
8.1.1 PRUEBAS OLFATORIAS	38
8.1.2. PRUEBAS DISCRIMINATIVAS	41
8.1.3 PRUEBA DE ORDENACIÓN DE TEXTURA	42
8.2 ENTRENAMIENTO	44
8.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EVALUACIÓN SENSORIAL	49
MASTICIABILIDAD	61
8.3.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL	62
8.3.3. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	66
8.4. INSTRUMENTAL	68
8.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.	70
8.4.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE ATRIBUTOS EN EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.	73
8.4.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP) INSTRUMENTAL.	74
8.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA COMPARACIÓN SENSORIAL CON LA EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.	76
8.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL CON LA EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.	78
8.5.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES SENSORIALES E INSTRUMENTALES	82
8.5.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA) DE LOS RESULTADOS SENSORIAL E INSTRUMENTAL	88
8.6 ANÁLISIS CLUSTER	90
9 CONCLUSIONES	93
9.1 ENTRENAMIENTO.	94
9.2 EVALUACIÓN SENSORIAL	94
9.3 INSTRUMENTAL	94
10 BIBLIOGRAFÍA	95

1 JUSTIFICACIÓN

La masticación es una etapa del proceso de digestión importante que va a facilitar la degradación del alimento en el estómago, favoreciendo la absorción de los nutrientes adecuadamente. La evaluación del desempeño masticatorio a través de las pruebas con Optosil® (silicona de condensación) para determinar tamaño medio de partícula (TMP) son aceptadas en el ámbito científico para evaluar la función masticatoria de los individuos (Hernández, 2012), sin embargo, el utilizar siliconas como material de prueba se aleja de las características de los alimentos que consume el ser humano en su dieta diaria. Mediante este trabajo se evaluó el perfil sensorial de textura de 3 diferentes siliconas comparándose con alimentos sólidos con el fin de encontrar características de las siliconas e identificar semejanzas y diferencias con los alimentos naturales para hacer posible su uso en la evaluación del desempeño masticatorio. Al poder cambiar la silicona por un alimento, esto se apegaría más a la realidad en una situación de masticación del ser humano.

2 INTRODUCCIÓN

En alimentos sólidos los atributos de textura son parámetros importantes que determinan la aceptación de un producto por parte del consumidor. Por otro lado, desde el punto de vista odontológico, la evaluación de la textura permite analizar problemas de masticación en el ser humano. Szczesniak (2001) define textura como la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y superficiales de alimentos detectadas a través del sentido de la vista, el oído, el tacto y la cinestesia.

Para cuantificar los procesos subyacentes de la trituración de alimentos, es decir, la selección y la fractura en el área de odontología se emplean materiales de prueba para evaluar la función masticatoria como el Optosil (versión 1980, un caucho de silicona, Bayer, Leverkusen, Alemania). Las características ideales de un modelo de prueba son:

1. Debe ser similar a la comida ordinaria, es decir, no tan fácil de masticar que pueda ser aplastado por los rebordes alveolares o tan difícil que las personas con mala dentadura no pueden tomar parte en la prueba.
2. No se debe hinchar o disolver en agua o saliva y debe pulverizarse de una manera tal que el grado de pulverización puede establecerse con claridad.
3. No debe romperse a lo largo de líneas predeterminadas de escote o ser duro o pegajoso.
4. Debe ser posible estandarizarse, ser no perecedero y de buen gusto o al menos indiferente.

La fuerza de la mordida se reduce en ciertos pacientes, por ejemplo, los pacientes con enfermedades neuromusculares o después de la cirugía ortognática¹, en comparación con individuos sanos. El Optosil tiene una gran fuerza de fractura, hace difícil la masticación en sujetos con deterioro en la capacidad de la eficiencia de la misma. Este problema se ha resuelto mediante el desarrollo de un alimento de prueba más débil llamado "Optocal débil". Para evaluar el desempeño masticatorio, es

importante contar con alimentos cuyas características de textura sean similares a las de las siliconas Optosil.

¹Cirugía Ortognática: Esta cirugía se realiza con el fin de colocar los huesos en su posición adecuada después del tratamiento ortodóntico inicial o prequirúrgico. Su objetivo primordial es lograr una mordida adecuada, restablecer la función masticatoria y mejorar la estética facial.

3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el perfil sensorial de textura de siliconas utilizadas para pruebas de desempeño masticatorio y compararla con algunos alimentos de textura media-alta.

4 OBJETIVOS PARTICULARES

- Seleccionar y entrenar un grupo de jueces en el análisis del perfil de textura (APT).
- Comparar los perfiles de textura de las diferentes siliconas evaluadas con alimentos de dureza media-alta.
- Evaluar el efecto del tiempo de la masticación en las características de textura de los alimentos de dureza media-alta y las siliconas.
- Comparar las características de textura de los alimentos y las siliconas evaluadas sensorial e instrumentalmente para determinar similitudes entre ellos.

5 MARCO TEÓRICO

5.1. MASTICACIÓN

La masticación constituye el primer paso del proceso digestivo. Es una actividad compleja durante la cual los alimentos sólidos son reducidos a partículas más pequeñas que junto con la saliva y sus componentes forman un bolo alimenticio apropiado (humectado/mezclado/compactado) para su deglución y digestión. La función del aparato estomatognático está dado por músculos, ligamentos, huesos, sistema nervioso, tejidos blandos etc. Una alteración en cualquiera de éstos afecta el proceso. El número de dientes (Helkimo et. al 1978, Van der Bilt et. al. 1993, Ikebe et. al. 2011), el área de contacto oclusal (Julien kc et. al . 1996, Owens et. al 2002, Lepley et. al. 2011) y la fuerza de masticación (Julien et. al.1996) son factores que influyen en la función masticatoria.

La masticación es una actividad sensorial y motora compleja, considerada un proceso más o menos inconsciente y automático, el cual consiste en múltiples ciclos masticatorios regulados por un patrón generador central y retroalimentado por receptores mucosos, periodontales, de la articulación temporomandibular y musculares (Lund et. al. 1991). Hiiemae (Hiiemae et. al. 1996. Hiiemae et. al. 1999) describe el proceso de un bolo desde que se introduce a la boca hasta que se deglute. El estadio de transporte (I), sigue a la incisión (transporte de alimento hacia dientes posteriores). El estadio II es propiamente el de masticación y el estadio III (o transporte II) sirve para llevar el alimento distal al istmo de las fauces para su deglución. Así mismo, dentro del estadio II o de masticación hay diferentes tipos de ciclos: los de masticación (apertura y cierre), los de manipulación (recolocación entre los dientes del alimento y la integración) y los de deglución inicial, ya que el bolo no es deglutido en su totalidad en un solo momento.

El proceso de reducción de tamaño inicial de un alimento incluye dos procesos: (1) la selección (probabilidad de que una partícula sea contactada por los dientes) y (2) fractura propiamente dicha (efecto producido por los dientes para una reducción de tamaño). En la selección participan labio, lengua y los movimientos de la mandíbula;

que está relacionada con el tamaño del fragmento por fracturar. El tamaño de los dientes también es crítico en el proceso de selección.

5.1.2 DIFERENTES FORMAS DE EVALUAR LA FUNCIÓN MASTICATORIA

Existen diferentes métodos para evaluar la masticación, entre éstos están la evaluación del grado de fragmentación ó desempeño masticatorio, la medición de la máxima fuerza oclusal, la cinemática del ciclo masticatorio (Bhatka et. al. 2004, Lepley et. al. 2010, Lepley et. al. 2011) y la electromiografía. El DM se refiere a la habilidad de un sujeto de triturar alimentos. Esta evaluación puede hacerse de forma objetiva o subjetiva. La subjetiva se realiza evaluando la autopercepción del individuo sobre su capacidad. La objetiva es aquella donde el sujeto fractura un alimento y se mide el tamaño de partículas producidas. La evaluación objetiva del desempeño masticatorio se realiza con “alimentos prueba” natural/artificial. Entre los naturales se han utilizado cacahuates, zanahorias, “gomitas”, almendras y otros (Van der Bilt et. al. 1993, Fontijn-Tekamp et. al. 2004, Peyron et. al. 2004, Mishellany-Dutour et. al. 2008). El grado de pulverización y otros parámetros (número de ciclos requeridos para la deglución) es influido por la dureza del alimento y el tamaño del bolo (Bhatka et. al. 2004, Fotijin-Tekamp et. al. 2004, Hiiemae et. al.1999, Peyron et. al. 2004).

Se prefiere el uso de material de prueba artificial por la posibilidad de estandarizar las propiedades de los materiales. Al utilizar los mismos se minimiza la variabilidad relacionada con la consistencia de los productos naturales (tiempo de maduración, época del año de la cosecha, etc.) y la dificultad para tenerlos en las mismas condiciones cuando se requieren en el laboratorio. Entre los alimentos artificiales el más utilizado es una silicona por condensación (Optosil) desde que Edlund & Lamm (1980) introdujeron su uso. El alimento prueba artificial se elabora siguiendo un protocolo estandarizado (Edlund & Lamm, 1980). Se han reportado buenos resultados con el uso de silicona como alimento de prueba, ya que dentro de sus propiedades están un mínimo sabor/olor, no altera sus propiedades con el agua, puede almacenarse hasta 7 días, se pueden fabricar tabletas de tamaño estandarizado y su dureza permite una actividad muscular parecida a la de un alimento natural (cacahuate, zanahoria, entre otros). El alimento “prueba” ya triturado se analiza para

determinar el tamaño de partícula que los individuos producen después de determinado número de ciclos masticatorios o que degluten. Este material se ha elaborado básicamente en dos formas: tabletas (Julien, et. al. 1996, Buchang et. al. 2002, Albert et. al. 2003)) y cubos (van der Bilt et. al. 2010). Es propicio mencionar que hay otro protocolo de donde se le adicionan yeso y talco al Optosil y se obtiene un producto de menor dureza al que se le ha llamado Optocal (Fontijin-Tekamp et. al. 2004)

5.1.3. ALIMENTOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS

5.1.3.1 ALIMENTOS NATURALES

Uno de los primeros intentos por crear un método que permitiera medir la función masticatoria fue el de Gelman (1933), quien determinó el rendimiento masticatorio solicitándole al sujeto masticar una porción de 5 gramos de avellanas por 50 segundos sin instruirle el lado de la boca a usar. El alimento pulverizado fue expectorado en un recipiente y tamizado a través de una gasa. Se amasaban las partículas que permanecían sobre el colador y se calculó el porcentaje de ellas en la relación a la masa total del alimento ingerido. (Krysinski et. al.1981).

En 1942 Dahlberg plantea un nuevo método. Ensayó distintos materiales de prueba incluyendo clara de huevo hervida, zanahoria, caucho y gelatina decidiendo utilizar gelatina. Se le pide al paciente masticar un pedazo de gelatina endurecida en formalina de 10.6 mm^3 con 40 golpes masticatorios sin indicarle el lado de la boca a usar. La gelatina masticada se transfiere a un aparato donde se cuela a través de 10 matices con mallas con apertura de 1 a 10 mm. Terminando este proceso se cuenta el número de partículas de cada cedazo. Se usa una fórmula especial para determinar el volumen total de las porciones, área superficial y finalmente el coeficiente de masticación, calculando como superficie por unidad de volumen (Krysinski et. al. 1981).

Manly & Braley (1950) utilizaron cacahuate salado como alimento de prueba y el resultado se obtuvo a través de una filtración fraccional con un solo tamiz. En esta

prueba, 15 gramos de cacahuete son divididos en 5 porciones de 3 gramos cada una. Cada porción es sometida a 20 golpes masticatorios y después introducida en un solo contenedor, agitada para romper las aglomeraciones y lavada con 500 cc de agua por un tamiz de malla con apertura de 1.7 mm. Las partículas que permanecen en la malla y las partículas que pasan por el tamiz son filtradas en hojas separadas de papel filtro. Cada fracción obtenida es secada en un horno a 100° C por 3 horas y transferidas a un desecador por 2 horas. El rendimiento masticatorio se calcula como el porcentaje del alimento masticado que pasa por el tamiz en relación al total del alimento recuperado de la boca (Manly, et. al., 1950; Krysinski, et. al., 1981).

Kapur, Soman y Yurkstas en 1964 validaron la utilidad de la zanahoria como alimento prueba. Utilizaron un sistema en el que el sujeto mastica 3 porciones previamente medidas del alimento de prueba, un número de golpes masticatorios específicos (20 para cacahuete, 40 para zanahoria). El alimento se tamiza a través de un cedazo de malla estandarizada (1.7 mm para cacahuete y 4 mm para zanahoria).

En 1982 Heath desarrolla un método utilizando goma de mascar. Emplea un rectángulo de 1 gramo de una marca de consumo popular en su país que es sometida a 20 golpes masticatorios por parte del paciente. La goma de mascar es recuperada, previamente secada y amasada nuevamente (Heath et al 1982).

G.Schneider y B. Senger en los años 2001 y 2002 mencionan en sus estudios que los materiales de prueba naturales no se deben de dejar de lado para determinar el rendimiento masticatorio, fundamentados en que estos permiten poner al paciente en una situación de la vida diaria. Ellos analizan la utilidad de los granos de café y los proponen como una alternativa que merece ser considerada (Schneider et al. 2001, Schneider et al. 2002).

5.1.3.2 ALIMENTOS ARTIFICIALES.

Edlund y Lamm (1980) proponen el uso de un alimento artificial, una silicona de condensación (de impresión) como material de prueba. Ellos escogieron un producto llamado Optosil® que luego cambio de nombre a CutterSil®. CutterSil® tiene muy

poco sabor y olor, no se afecta con el agua, y se puede almacenar por 7 días sin perder estabilidad dimensional. Adicionalmente no tiene líneas de clivaje predeterminadas, se puede examinar fácilmente con tamaños y masas estándares. En la elaboración de las siliconas un punto crítico para determinación de la dureza es el mezclado de los materiales (Albert et al. 2003), se les indica a los sujetos que mastiquen la porción de prueba, de 5 mm de grosor y 20 mm de diámetro lo más completamente posible con 20 golpes masticatorios. Se les permite masticar uni o bilateralmente. Este material de prueba artificial tiene características quebradizas, elásticas y es liso, no existe un producto alimenticio con éstas características.

Optosil no tiene ningún parecido a un producto alimenticio normal, pero se ha encontrado que tienen propiedades muy adecuadas para la prueba de desempeño masticatorio. En cuanto a la actividad muscular al masticar se refiere, OPTOSIL corresponde a un producto alimenticio promedio. Una posible desventaja de OPTOSIL como material de prueba es que tiene una completa falta de gusto.

La versión brasileña propuesta del material de ensayo masticable, utilizando una condensación de silicio como una base, se compone de una mezcla de materiales dentales suministrados en el mercado brasileño, usando las mismas proporciones de la versión actual de Optocal Plus, en la proporción exacta para el total de la cantidad deseada de cada componente, de manera que las proporciones establecidas no se alteran.

Optosil se ha utilizado ampliamente, pero es un material con una resistencia a la fractura que es demasiado alta en comparación con la fuerza máxima de mordedura de sujetos con condiciones orales comprometidos, tales como portadores de prótesis. En consecuencia, se desarrolló un material masticable experimental (Optocal), que tiene Optosil como base y mezclado con otros componentes y sus propiedades de fuerza-deformación se compararon con los de Optosil. El Optocal parece ser mucho más débil, menos elástico y menos resistente a la deformación. Parece ser muy adecuado para medir el rendimiento masticatorio en pacientes portadores de prótesis completas, así como en sujetos dentados.

En la experiencia de los pacientes portadores de prótesis completas, Optocal era mucho más fácil de masticar que Optosil y su textura es comparable con la de los alimentos naturales que consumen normalmente. Hoy en día, una nueva versión mejorada de este material masticable se ha utilizado. La eficiencia y el rendimiento de la masticación son pruebas importantes para la evaluación del éxito de la rehabilitación protésica y la satisfacción del paciente con respecto a sus funciones de masticación.

En 1982 Gunne, et. al., idean un nuevo método. Utilizan 3 cubos de gelatina endurecida en formalina de 2 cm³ que contienen un pigmento: fucsina. El primer cubo es masticado por el paciente por 10 segundos (de entrenamiento), el segundo cubo por 20 segundos y el tercer cubo hasta sentir que ya puede ser deglutido. El paciente puede masticar de la forma que desee. El supervisor cuenta el número de golpes masticatorios a los que son sometidos los cubos (Gunne, et. al., 1982).

En el año 2003 Okiyama, Ikebe y Nokubi determinan el rendimiento masticatorio con el aumento de la gelatina disuelta a partir de unas gelatinas gomosas usadas como material estandarizado de prueba. Los sujetos son instruidos a masticar la gelatina gomosa con 20 golpes masticatorios en su lado preferido de su masticación (izquierdo o derecho) y expectorar el bolo de partículas trituradas lo más cuidadosamente posible sobre la gasa. Las partículas colectadas se lavan con agua corriente por más de 30 segundos para remover la saliva. Se utiliza agua a 20° C, lo suficientemente fría para prevenir la disolución de la gelatina. Luego se remojan las partículas con 100 mL de agua destilada de 30°-35°C y se agitan por 60 segundos. Posteriormente se toma una muestra del fluido sobrenadante de la solución, se diluye hasta 20 veces su volumen en agua destilada y se mide la concentración de gelatina disuelta con un espectrofotómetro. (Okiyama et al. 2003).

En 1996 Matsui et al., y luego en 1998 Hayakawa et al., investigan la utilidad para medir el desempeño masticatorio de una goma de mascar que cambia de color. Los cambios de color que sufre la goma luego de ser masticada son medidos con el espacio de color L*a*b definido por la "Comission Internationale de l'Eclairage" mediante el uso de un aparato que mide características ópticas. Desarrollan una

escala de color y valores numéricos para evaluar fácilmente el cambio de color (Matsui et al.1996, Hayakawa et al. 1998). En 2003 Sato et al., basados en el trabajo de Hayakawa et al. (1998) usan cubos de cera de parafina de 12x12x12 mm de dimensiones, con 6 capas coloreadas de rojo alternadas con otras 6 coloreadas de verde, que deben de ser mantenidos en una incubadora a 37° C justo antes de ser usados. Luego se entregan al paciente para que los mastique un número determinado de veces según su masticación habitual. Una vez recuperadas, las muestras masticadas fueron analizadas mediante un análisis de imagen digital. Se toman imágenes de los cubos masticados con una cámara digital y con un analizador de imagen conectado a la máquina para observar parámetros colorimétricos y morfológicos, los que permiten determinar el rendimiento masticatorio (Sato, et. al., 2003).

En 1984 L. W Olthoff et al., describen un método para medir el rendimiento masticatorio basado en el análisis detallado de la trituración de las partículas de alimento durante la masticación en función del número de golpes utilizados. Utilizan Optosil® como alimento de prueba y un método de tamizado estandarizado. La distribución por tamaño de las partículas alcanzado por los sujetos dentados se puede describir con una función matemática. Por otro lado, van der Bilt et al., en 1987 publican un trabajo en el que describen este modelo matemático (van der Bilt et al. 1987, Slagter et al. 1992, Olthoff et al.1984).

En el año 2006 investigadores evaluaron la función masticatoria en base a la concentración de glucosa disuelta por la masticación de las gelatinas, realizando la medición con un medidor de glucosa sanguíneo portable o tinción. El rendimiento masticatorio se determina al calcular el área superficial de las partículas desde la concentración de glucosa (Ikebe et al. 2006, Ikebe et al. 2007).

En el año 2007 M. Schimmel et al., deciden simplificar la etapa del análisis de la goma de mascar masticada donde se propone sustituir los complejos y caros programas computacionales usados para analizar las muestras sometidas a la masticación por uno de fácil accesibilidad comercial. Sus resultados avalan la utilización de este producto para el análisis de muestras (Schimmel et al. 2007).

5.2 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos se define como, un conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos (Tilgner, 1972). Estrictamente se explica como el examen de los caracteres sensoriales de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos objetivos y cuantificables. Para que este análisis se pueda realizar con un grado importante de fiabilidad, es necesario objetivar y normalizar todos los términos y condiciones que puedan influir en las determinaciones, siempre con el objetivo de que las conclusiones que se obtengan sean cuantificables y reproducibles con la mayor precisión posible.

El proceso sensorial se inicia por la presencia de estímulos físicos o químicos que actúan sobre receptores sensoriales, por esto se define el estímulo como el agente químico o físico que produce la respuesta de los receptores externos o internos.

El ojo es el elemento receptor del estímulo luminoso y el impulso nervioso creado por el receptor se transmite por el sistema nervioso al cerebro que lo interpreta como sensación. La interpretación de la sensación, es decir, la toma de conciencia sensorial, se denomina percepción.

Los alimentos tienen una complejidad que está determinada no solo por el tipo de sustancias que los forman sino por las interacciones de estas entre sí. Por esto resulta prácticamente imposible caracterizar un alimento tomando en cuenta solamente un aspecto específico en cuanto a composición o a sus atributos sensoriales; dichos atributos son en general, todo lo que se percibe a través de los sentidos, los cuales se divide de acuerdo a los sentidos por los que son percibidos en (Cuatzo, 2004):

- Apariencia: Se detecta generalmente a través de la vista que comprende el color, el brillo, la forma y puede dar una idea de textura.
- Gusto: Se detecta en la cavidad oral, específicamente en la lengua, donde se perciben los 5 gustos básicos (dulce, salado, ácido, amargo, umami).

- Textura: Se detecta mediante el sentido del tacto, está localizada practicante en todo el cuerpo. Se pueden conocer características mecánicas, geométricas y de composición de muchos materiales, incluidos los alimentos.
- Aroma: se percibe por medio del olfato, que se encuentra en la cavidad nasal, donde existe una membrana provista de células nerviosas que detectan los aromas producidos por compuestos volátiles.

La evaluación sensorial es una ciencia cuantitativa en la cual los datos numéricos son recogidos para establecer relaciones entre las características de los productos y la percepción humana (Torre, 2000). Para ello, se acude a la experiencia de los jueces entrenados, quienes trabajan como si se tratara de instrumentos, al ser capaces de establecer diferencias objetivamente donde cada juez es considerado una repetición de la medida. El registro de las respuestas sensoriales de muchos individuos permite integrar todas las evaluaciones individuales y compensar las diferencias de sensibilidad entre los miembros de un grupo de jueces.

5.2.1 TEXTURA

La textura generalmente se define como “la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y superficiales de alimentos detectadas a través de los sentidos de la visión, el oído, el tacto y la cinestesia”. Esta definición considera conceptos importantes tales como (Szczesniak, 2001):

1°La textura es una propiedad sensorial y, por lo tanto, sólo un ser humano puede percibirla y describirla. Los llamados instrumentos de prueba de textura pueden detectar y cuantificar sólo ciertos parámetros físicos que luego deben ser interpretados en términos de la percepción sensorial;

2°Es un atributo de múltiples parámetros, pero una gama de características que se derivan de la estructura de la comida (molecular, microscópica o macroscópica);

3°Es detectado por varios sentidos, el más importante el tacto.

La percepción de la textura bucal supone la interacción del alimento con los dientes, membrana mucosa, ligamento periodontal y saliva. Varía con cada masticación a medida que el tamaño de partícula se reduce por trituración y el bolo alimenticio es ensalivado (Heath y Prinz, 2001).

Cuando se introduce el alimento en la boca la mandíbula inferior se eleva. Las raíces simples de los dientes anteriores son morfológicamente más favorables a la sensibilidad de las cargas laterales que los dientes postcaninos. La textura intrínseca de los alimentos puede ser así registrada y controlada subconscientemente frente a la que se espera de los factores extrínsecos, particularmente la apariencia o la calidad de los alimentos de marca conocida.

Con los alimentos más duros, los caninos y premolares son los que se utilizan debido a que estos dientes son capaces de retener cargas laterales más grandes en virtud de raíces más largas. La posición del alimento entre los dientes es por lo menos parcialmente dependiente de cuán “duro” es el alimento: los alimentos duros se colocan más en la parte anterior y se mueven hacia atrás a medida que son fragmentados, se empapan de saliva y se emblandecen. Esto es debido a que los premolares tienen área superficial más pequeña y pueden ejercer presiones más grandes que las que pueden hacer los molares más anchos. Esto es a pesar de la desventaja mecánica que los premolares tienen sobre molares que están más cercanos a la articulación. Los premolares también están particularmente colocados de forma favorable para los alimentos que requieren tanto una gran fuerza como un buen control. Está ampliamente reconocido que el alimento puede ser controlado bien entre lengua y los músculos modiolares (Fish, 1933; Heath y Prinz, 2001).

La importancia de la textura en la aceptabilidad general de los alimentos varía ampliamente, dependiendo del tipo de alimento (Burne, 2002).

- Críticos: Los alimentos en los que la textura es la característica de calidad dominante. Por ejemplo, la carne, el pan, las frituras, quesos, entre otros.
- importante: los alimentos en los que la textura hace significativa, pero no una contribución dominante a la calidad global, contribuyendo, más o menos igual,

con el sabor y la apariencia. Por ejemplo, Yogurth, cátsup, mayonesa, frutas y verduras, entre otros.

- Minoría: Los alimentos en los que la textura hace una contribución insignificante a la calidad total; como ejemplo son la mayoría de las bebidas y sopas delgadas.

La textura y la estructura de los alimentos están íntimamente relacionados: la composición estructural micro y macro de los alimentos va a determinar la percepción sensorial, y cualquier cambio en la estructura conlleva el riesgo de cambiar la textura percibida y arremeter las expectativas de los consumidores.

Además de su contribución directa a la aceptación del consumidor, la textura tiene un efecto secundario muy importante, a través de la modulación de la liberación de sabor. Si los componentes de sabor son para ser percibidos, deben ser liberados de la matriz del alimento con el fin de llegar a los receptores apropiados. Esta liberación de sabor está íntimamente relacionada con la forma en la que la estructura de los alimentos se rompe en la boca, y por consiguiente tanto a la textura inicial de la comida y el cambio en la textura a lo largo de la masticación. Además, los factores estructurales que proporcionan una textura específica también pueden influir en las características del aspecto, por ejemplo, la superficie brillante de los artículos de chocolate.

La textura se percibe por el sentido del tacto y comprende dos componentes: somestesia, una respuesta táctil superficial de la piel, y la cinestesia (ó propiocepción), una respuesta profunda de los músculos y tendones (Kilcast, 2004).

La textura de los alimentos sólidos se percibe principalmente a través de la propiocepción, ya que la comida es picada por los incisivos y triturada por los molares. A medida que el estado físico de la comida cambia dramáticamente durante la masticación, ambos mecanismos pueden ser operativos. En particular, durante la masticación de los alimentos sólidos la somestesia tiene una importancia a medida que se forma el bolo y se manipula. Sin embargo, incluso la primera etapa de la masticación (y antes de la masticación, mediante el uso de los dedos y los labios), la

somestesia puede dar importantes sensaciones de textura. La textura de los alimentos semi-sólidos y líquidos se percibe principalmente a través de somestesia de la acción de la lengua y el paladar blando, y por lo general se expresa por el término sensación en la boca (Kilcast, 2004)

5.2.2 Análisis de Perfil de Textura

Es la evaluación sensorial de la complejidad de la textura en un alimento, en término de sus características mecánicas, geométricas y de la intensidad de su presencia, así como el orden en el cual estos se presentan desde la primera mordida y a través de la masticación hasta consumir el producto. La prueba de perfil de textura, basada en la prueba de perfil de sabor, comprende los parámetros: Descriptores, intensidad (grado de percepción) (Pedrero, 1989).

El método de evaluación sensorial incluye varios pasos dentro y fuera de la boca, la primera mordida a través de la masticación, la deglución y la sensación residual en boca y garganta (Scezniaik, 2001).

Los sujetos utilizan propiedades táctiles, involucrando el contacto físico entre los dientes y la muestra de alimento, para la evaluación de la textura. La evaluación de la mordida en una muestra es un evento de fractura mecánica en términos de la muestra, mientras que representa procesos complejos motores y cognitivos sensoriales para los sujetos. El proceso de mordida como un evento de mecánica se ve afectada por las propiedades físicas de la muestra (Dan & Kohyama, 2007), mientras que el proceso de mordida como el comportamiento exploratorio se ve afectada por las demandas de la tarea (evaluación específica de la textura) (Dan, et. al., 2008).

El perfil de mordida, que incluye la información táctil de abajo hacia arriba de las propiedades de las muestras y los efectos motores de arriba hacia abajo de la instrucción, permite confirmar el evento mecánico intra-oral, que es fundamental para una evaluación específica de textura (Dan et al., 2008).

La evaluación sensorial de la textura de los alimentos se consigue mediante la utilización de sensaciones percibidas durante el procesamiento de los alimentos, mediante el primer bocado. Con el fin de detectar las características texturales de cualquier alimento, la acción mecánica, como morder, tiene que ocurrir durante el ciclo masticatorio (Marshall, 1993). El perfil de la mordida en especial de sus características temporales, refleja la acción voluntaria de morder controlada por el ser humano. El perfil de mordida es una fuente de información sensorial sobre la percepción de la textura (Dan et al, 2008).

Características mecánicas: relativo a la reacción del alimento ante el esfuerzo. Se subdivide en los siguientes parámetros:

- Primarios: v.gr. dureza, cohesión, viscosidad, reconstrucción y adhesividad
- Secundarios: v. gr. quebradizo, correoso, gomoso.
- Características geométricas: relativo a la percepción de la forma del alimento.

Se subdivide en dos parámetros:

- Aquellas relacionadas con el tamaño y la forma de las partículas como arenoso y granuloso.
- Aquellas relacionadas con la forma y orientación, tal como fibroso y hojueloso.

Otras características: Relativas a la sensación que provoca la presencia de humedad (no solo como la cantidad de agua presente en el alimento, sino también la velocidad y la forma de absorción o liberación de humedad) y de lípidos (cantidad y tipo de aceite o grasa).

La prueba de perfil de textura requiere que primero se defina la terminología y se estructuren las escalas que han de utilizarse, y más tarde se evalúe, de acuerdo con dicha terminología y escalas al producto problema (Pedrero, 1989).

5.2.3 Análisis Instrumental

Después de probar las muestras analizadas, en la evaluación sensorial se lleva a cabo el análisis y la inspección mediante la adopción de análisis descriptivo, la secuenciación, la escala, así como la medición en un instrumento avanzado con un propósito principal de la cuantificación de la fuerza sensorial de los alimentos; por ejemplo, analizador de textura, TA XT2i, pone peso en el análisis de la textura de los alimentos, tales como Dureza, viscosidad, textura crujiente, fragilidad, elasticidad y masticabilidad, y así sucesivamente, de modo que la descripción sensorial de los alimentos deba ser específica y completa. Su principio de funcionamiento se llama análisis de perfil de textura (TPA), que emplea un conjunto de la fuerza de correlación fija y la forma de correlación de las características para describir la reología de alimentos, características táctiles, así como el efecto del tiempo de la masticación en estas características. La sensación de dureza está relacionada con la viscosidad; el instrumento mide características de textura de los diferentes alimentos por medio de sondas con modelos diferentes (Szczesniak e Ilker, 1988).

La evaluación sensorial es también una ciencia de medición. Se debe a como toma en cuenta cualquier otro proceso de análisis e inspección, precisión, exactitud y sensibilidad para evitar un mal resultado. Instrumentos de medición y una detección precisa, podrán cuantificar la textura y garantizar la exactitud de los resultados de la evaluación (Sánchez, et. al., 2001).

6 HIPÓTESIS

- Los alimentos de dureza media-alta presentarán características de textura semejantes a las de las siliconas lo que permitirá usarlos como sustitutos de estas en la evaluación de los procesos masticatorios
- Si las características intrínsecas y extrínsecas en un alimento intervienen en la adhesividad, cohesividad, masticabilidad, tamaño de partícula y contenido de humedad, entonces al aumentar el número de masticaciones disminuirán estas características
- Dado que la zanahoria es un alimento que se ha utilizado a lo largo de la medición del desempeño masticatorio, entonces presentará atributos de textura similares a las siliconas

7. METODOLOGÍA

El desarrollo del perfil de textura para las siliconas (Optosil comfort y optocal) se llevó a cabo con participación de la Facultad Odontología al proporcionar las muestras de siliconas (Optosil comfort® y optocal). La preparación de las siliconas se realizó con la siguiente metodología. El Optosil® se preparó siguiendo las instrucciones del fabricante (una unidad de masa con 32 mm de activador) para obtener tabletas de 5 mm de grosor y 20 mm de diámetro utilizando una plantilla. La dureza de cada tableta se mide después de un tiempo de endurecimiento de cuando menos una hora con un durómetro digital modelo 211 tipo A. Las tabletas con la dureza adecuada (62-65 Unidades Shore A) se cortan en cuartos.

La silicona final (optocal) se apegó mucho a la modificación brasileña Optocal (1993 Slagter, Bosman y van der Bilt). Su composición es la siguiente: 10 g de Optosil comfort, 2 g de Vaselina, 1 g de Alginato, 1 g de Yeso tipo IV y 1 g de pasta dental, más 32 mm de activador.

La mezcla se realiza con cuidado. Primero se mezcla la vaselina con el alginato, luego se agrega el yeso con la pasta dental y por último se agrega a la silicona. Al obtener una masa homogénea se coloca el activador previamente medido en una loseta de vidrio. Debe ser amasada durante 30 segundos y colocada en cada una de las perforaciones de la plantilla teniendo cuidado de no dejar espacios muertos. La dureza alcanzada con estas tabletas es de 40 a 45 shores, gracias a esto, el paciente desdentado puede triturarlas.

La Figura 1 muestra la metodología empleada en el desarrollo del perfil de textura de las siliconas y los alimentos.

7.1 Diagrama de metodología

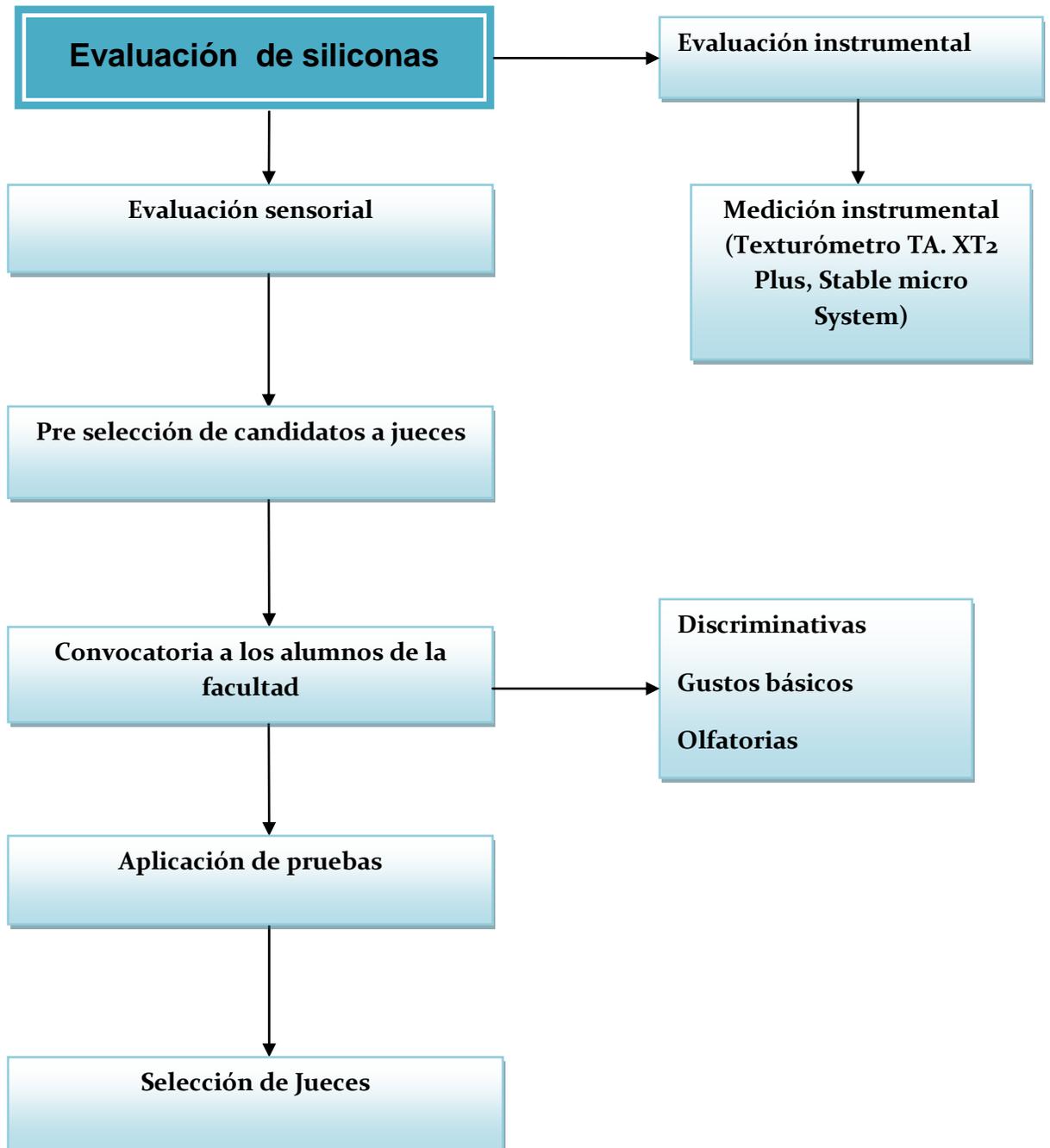


Figura 1 Diagrama metodológico empleado en la realización del desarrollo del perfil de textura de las siliconas.

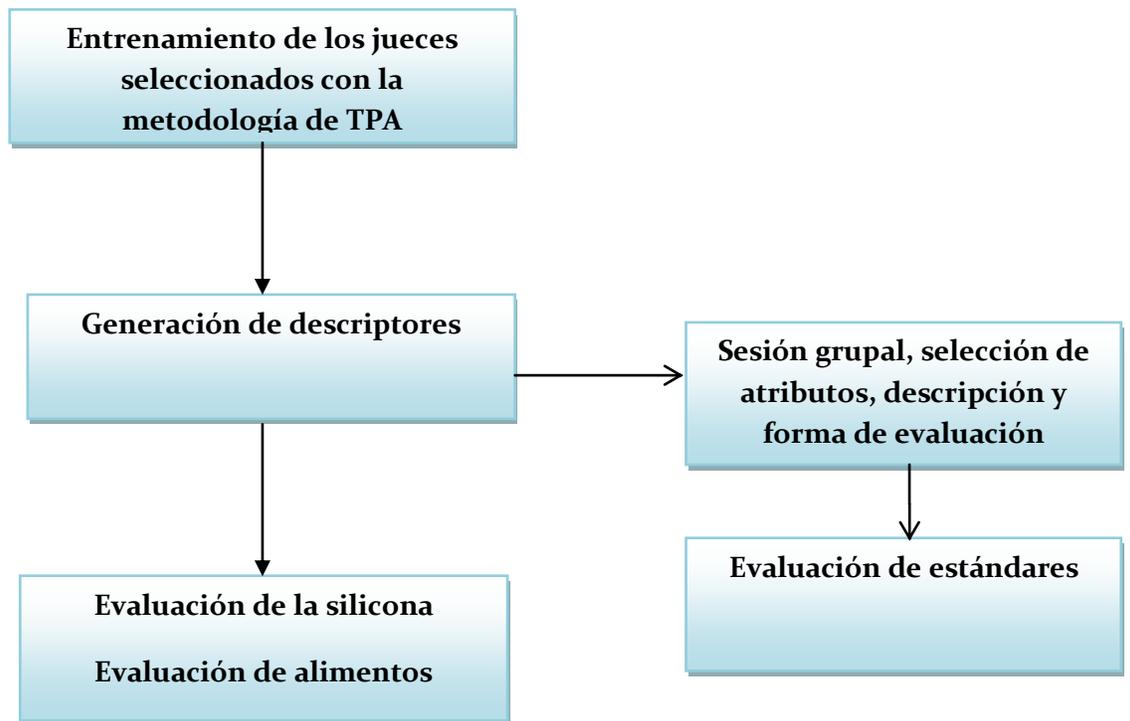


Figura 1 (Continuación) Diagrama metodológico empleado en la realización del desarrollo del perfil de textura de las siliconas.

7.2 SELECCIÓN DE CANDIDATOS A JUECES

En la etapa de preselección, se lanzó una convocatoria a los alumnos de la Facultad de Química para participar en la etapa de selección del grupo de jueces. A las personas interesadas se les aplicaron un cuestionario de hábitos alimenticios (Anexo B), en donde también se les cuestionaba sobre la totalidad de dientes (no prótesis dentales). Se aplicaron pruebas olfatorias, de gustos básicos y discriminativas. Las pruebas se llevaron a cabo a lo largo de 8 sesiones, dejando un día de descanso entre cada sesión, evitando así saturar los sentidos y obtener resultados erróneos.

7.2.1 Pruebas olfatorias

Las pruebas olfatorias fueron integradas por cuatro tipos de pruebas estandarizadas en la población mexicana (García, 2007). Las pruebas que se emplearon fueron umbral, memoria, identificación y reconocimiento, y discriminativas; evaluando así a lo largo de 5 días la fosa izquierda, la fosa derecha y al último ambas fosas nasales.

7.2.1.1 Identificación

En la prueba de identificación se utilizaron cuatro olores familiares para la población mexicana (Cadena, 2007; Severiano, et al., 2012a): limón, naranja, canela y rosas. Se le proporcionaron a cada sujeto los tubos, en donde se les cuestionaba el reconocimiento del olor; en caso de no reconocerlo se les brindaba una hoja con imágenes, dándoles opciones de respuestas para elegir.

7.2.1.2 Discriminativas

Se realizaron dos pruebas discriminativas en las cuales se les daba una serie de 3 tubos a oler, teniendo como objetivo identificar cuál de los olores era diferente. Se utilizaron las esencias de guayaba, hierbabuena, nardo y jazmín.

7.2.1.3 Umbral

Se utilizó el olor a café a 6 diferentes concentraciones, dándoles a oler 6 tubos en orden creciente de concentración, indicando los sujetos si lo detectaban, y de ser así, pedir que identificaran la esencia.

7.2.2 Gustos básicos

Se utilizaron sacarosa (dulce), cloruro de sodio (salado), cafeína (amargo) y ácido cítrico (ácido) para las pruebas. Se evaluaron cinco concentraciones de cada una y se presentaron en orden creciente de concentración, empezando en cada serie de gusto con un vaso de agua. En esta prueba se les pedía a los participantes que identificarán el gusto que percibían.

7.2.3 Pruebas discriminativas (Dúo-trío, triangular)

Se emplearon gomitas azucaradas (La giralda y Ricolino) para la prueba Dúo-trío y salchichas (Zwan y San Rafael) en la prueba triangular, pidiéndole al sujeto que identificara de las tres muestras la muestra diferente en la prueba triangular, y la muestra similar a la referencia en el dúo-trío.

A partir de todas las pruebas ya mencionadas, se realizó el análisis estadístico para seleccionar a las personas con capacidades olfativas y gustativas necesarias para la realización sensorial de este trabajo.

7.2.4 Ordenación de textura (Dureza- Adhesividad)

Con el fin de seleccionar adecuadamente a nuestro grupo de jueces se realizó una prueba de ordenamiento de textura. La prueba consistió en ordenar de acuerdo a la intensidad de un atributo específico una serie de muestras comerciales de diferentes productos que se observan en la tabla 1.

Los atributos evaluados fueron: dureza y adhesividad, debido a que son atributos principales de nuestras muestras. Se les dieron las definiciones para que con base a ellas pudieran ordenar las muestras. A continuación se muestra el vocabulario.

Dureza: Fuerza necesaria para obtener deformación. Medida de la fuerza requerida para fracturar una muestra durante la primera masticación.

Adhesividad: Trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre las superficie de la comida y la superficie oral (lengua, paladar, superficies orales) donde la comida entra en contacto

Tabla 1. Muestras utilizadas en la prueba de ordenación de textura adhesividad/dureza

Producto	Marca	Producto	Marca
Panditas	Ricolino®	Queso Crema	Philadelphia®
Gomitas	Hawaiian Fruit®	Chiclosa	Coronado®
Sandigomas	Vero®	Mantecada	Bimbo®
Gomitas	Giralda®	Frambuesas gomitas	De la Rosa®
Gomitas dientes	Ricolino®	Pelagoma	Vero®
Mangomis	Dulces Karla®		
Caramelo macizo	Acuario®		
Gomita frutal	Gummys®		

7.3 ENTRENAMIENTO EN EL ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (APT)

El entrenamiento de jueces se llevó a cabo con el método Análisis de Perfil de Textura (TPA). El método fue desarrollado en la década de 1960, y fue diseñado específicamente para la evaluación de textura, clasificando la misma en características mecánicas, geométricas y otras. En el procedimiento del entrenamiento, se realiza la utilización extensiva de escalas normalizadas de clasificación por categorías, con cada punto de la escala referenciado por un producto alimenticio (Severiano, et al., 2012b).

7.3.1 GENERACIÓN DE DESCRIPTORES

Los descriptores que se emplearon en este estudio fue con base en la terminología recopilada por Koc (2013), de acuerdo con las características de la silicona (van der Bilt, et al., 2006) a evaluar, y tomando en cuenta la aparición de estos atributos. También se estableció la forma en la que se evaluaría cada atributo (Tabla 1).

Tabla.1.1 Características y forma de evaluación de la textura en alimentos.

Características Mecánicas	Definiciones	Términos Comunes	Forma de evaluación
Elasticidad con el dedo índice	Velocidad a la que un material deformado vuelve a su condición no deformada después de que se le retira la fuerza.	Suave- Duro	Evaluación: comprimir la muestra con el dedo índice hasta el 50% de su altura
Dureza	Fuerza necesaria para obtener deformación. Medida de la fuerza requerida para fracturar una muestra durante la primera masticación.	Suave- Firme- Duro	Se coloca la muestra entre los dientes incisivos. Evaluación: colocando la muestra entre los dientes incisivos y presionando una vez
Elasticidad en boca	Velocidad a la que un material deformado vuelve a su condición no deformada después de que se le retira la fuerza.	Plástico-Elástico	Evaluación: comprimir la muestra entre la lengua y el paladar duro.
Adhesividad	Trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre las superficies de la comida y la superficie oral (lengua, paladar, superficies orales) donde la comida entra en contacto	Pegajoso	La masa de la muestra o piezas se adhieren a la superficie orales Evaluación: de la 5ª a la 8va masticación y de la 8va a la 10ª masticación.
Cohesividad	Grado en que un material puede deformarse antes de la fractura.	Baja- Alta	Medida del grado en que la masa de la muestra permanece unida a medida que avanza la masticación (lo bien que las partículas se adhieren la una a la otra) Evaluación: percibir la sensación entre la 5ª y la 8va masticación y anotar en el cuestionario la intensidad y luego percibir la sensación entre la 8va y la 10ª masticación y anotar en el cuestionario la intensidad.
Masticabilidad	Energía requerida para masticar comida	Baja- alta	Número de golpes masticatorios necesarios para preparar una muestra para ser deglutida. Evaluación: percibir la sensación entre la 5ª y la 8va masticación y anotar en el cuestionario la intensidad y luego percibir el atributo entre la 8va y la 10ª masticación y anotar en el cuestionario la intensidad.
Contenido de humedad	La cantidad de humedad del recubrimiento bucal, evaluada después de la masticación.	Seco, húmedo, mojado y acuoso	Evaluación: percibir la sensación entre la 5ª y la 8va masticación y anotar en el cuestionario la intensidad y luego percibir la sensación entre la 8va y la 10ª masticación y anotar en el cuestionario la intensidad..
Tamaño de partícula	Percepción de las partículas discretas	Arenoso- Granulado- Grueso	Cantidad de partículas evaluado antes de deglutir(entre la parte trasera de la lengua y la garganta)

7.3.2 ELABORACIÓN DE LAS ESCALAS

Los estándares empleados (Tabla 2 del Anexo A) fueron evaluados con el Texturómetro (TA. XT2 Plus, Stable Micro System), de acuerdo a sus características de textura se asignaron como referencia en las escalas de cada atributo a evaluar. La escala constó de 1 a 10 puntos refiriendo como uno el valor más bajo del atributo y el diez como el máximo en la percepción de los atributos evaluados.

Las escalas fueron desarrolladas y presentadas con ayuda del software FIZZ®.

Los estándares sobre textura se colocaron en una charola con vasos del número cero, introduciendo el estándar dentro. Se acomodaron de acuerdo al orden de la hoja de evaluación, como se muestra en la figura 2.



Figura.2. Presentación de estándares para el grupo de jueces.

7.4 Evaluación de las Muestras

7.4.1 Alimentos

La evaluación de los alimentos se llevó a cabo una vez que los jueces tuvieron un coeficiente de variación (CV) igual o menor a 40%. Durante la evaluación de las muestras en estudio no se utilizaron los estándares en el momento de evaluar las muestras problema. Los productos evaluados se muestran en la siguiente tabla (Tabla 3). La elección de los alimentos se realizó con base a una revisión bibliográfica de algunos artículos relacionados con la silicona de prueba Optosil (Edlund, 1980, Brown, et. al., 2000, Engelel, 2005, van der Bilt, et al., 2006).

La forma de evaluación fue durante la 6a masticación, 9a masticación y antes de deglutir la muestra. Se acordó en este número de masticaciones ya que en la forma de evaluación de acuerdo con Koc (2013), se tiene de la 5a a la 8a y de la 8a a la 10 a masticación. Esto para obtener resultados más precisos y exactos.

Se evaluaban de 2 a máximo 3 muestras en una sesión.

Tabla. 3 Productos alimenticios en estudio empleados para realizar la evaluación de los alimentos.

Producto	Marca	Tamaño de la Porción
Pan tostado	Melba Toast®	Una Pieza
Chicle	Trident®	Una pieza
Zanahoria	Vegetalistas®, (zanahoria baby)	Porciones de 3cm de largo y diámetro de 1.5 cm
Queso manchego curado	Casa de campo®	Cubos de 2x2x1 cm
Almendras	La merced®	Una almendra
Galleta	Marbu doradas, Nabisco®	Una pieza
Mantecada	Tía Rosa®	Una cuarta parte de la costra



Figura 3. Presentación de las muestras para la evaluación.

7.4.2 Evaluación de siliconas.

Las siliconas evaluadas fueron elaboradas por el posgrado de la Facultad de Odontología, UNAM. Se evaluaron las siliconas con sabor y las optocal y los alimentos en comparación con el control, dando la misma proporción de muestra que se le da a la persona a evaluar (Figura 4) en 3 fracciones de la silicona, masticando las 3 piezas al mismo tiempo. Todas las muestras se evaluaron en los mismos ciclos de masticación.



Figura 4. Presentación de las siliconas para su evaluación sensorial

7.5 Análisis Instrumental

Para la evaluación instrumental de la textura en los alimentos y siliconas, se utilizó el texturómetro (Stable Micro Systems) TA-XT2 Plus (Haslemere, Inglaterra).

Se utilizó una sonda de aluminio con un diámetro de 50mm (P50). Los atributos evaluados con esta prueba fueron dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad y masticabilidad.

Las condiciones de las mediciones en el texturómetro TA-XT2 Plus, fueron velocidad del ensayo de 1mm/s y 20% de compresión. Las dimensiones de las muestras a evaluar fueron las mismas que se les daba a los jueces (5mm de ancho y 10mm de diámetro). Se colocaron las muestras debajo de la sonda a una distancia de 1 cm, se realizaron 5 replicas de cada producto.



Figura 5. Evaluación instrumental de las siliconas

7.6 Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos sensorial e instrumentalmente para los productos evaluados se analizaron empleando el método de análisis de varianza (ANOVA) para la determinación de diferencias estadísticamente significativas entre los productos evaluados, con un nivel de significancia del 95%. Se aplicó la prueba LSD con un nivel de significancia del 5% para determinar entre que productos existía dicha diferencia.

Para el análisis de componentes principales se empleo la matriz de covarianza entre los atributos generados y así determinar la correlación existente entre ellos. Para los cálculos que se realizaron se empleó el FIZZ software Solutions for Sensory Analysis and Consumer Test (BIOSYSTEMES, versión 2.30, país de origen Francia).

7.6.1 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El análisis de componentes principales es una técnica descriptiva que permite estudiar las relaciones que existen entre las variables cuantitativas, sin considerar a priori, ninguna estructura, ni de variables, ni de individuos (Palm, 1998).

El análisis de componentes principales es un tipo de análisis multivariado que se basa en la geometría euclidiana y en el algebra matricial, en la cual se usan mínimos cuadrados ortogonales para determinar el primer eje principal, seguido de ejes subsecuentes de soluciones sucesivas de coordenadas cartesianas de mínimos cuadrados ortogonales. Al graficar los datos sobre un eje bidimensional, el primer eje (Horizontal) representa la máxima variación mas grande, y así sucesivamente para el tercero y el cuarto, siendo cada uno perpendicular y, por ende, independiente del que le procede (Pedrero y Pangborn, 1989).

Es una herramienta ampliamente utilizada, si se aplica los estudios de aceptabilidad, los datos de entrada se concentran en una matriz que consta de la muestra (filas) y por los consumidores (columnas), cuyo resultado se conoce como “preference mapping” (Greenhoff y Macfie, 1994). Cuando se aplica a análisis descriptivo, los datos de entrada en la matriz constan por muestra (filas) y por descriptor, (columnas), generalmente construida a partir de los valores medios correspondientes a los evaluadores. El ACP reduce el número de variables originales (columnas) en un

número menor de variables no observables (componentes principales) que son combinaciones lineales de los originales. El objetivo principal del ACP es la explicación de la mayor cantidad de la variabilidad de los datos originales como sea posible (Borgognone, et al., 2001), perdiendo la menor cantidad de información posible.

7.6.2 Análisis de conglomerado (Cluster)

El Análisis Cluster, conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos.

El Análisis Cluster tiene una importante tradición de aplicación en muchas áreas de investigación. Sin embargo, junto con los beneficios del Análisis Cluster existen algunos inconvenientes. El Análisis Cluster es una técnica descriptiva y no inferencial.

El Análisis Cluster no tiene bases estadísticas sobre las que deducir inferencias estadísticas para una población a partir de una muestra, es un método basado en criterios geométricos y se utiliza fundamentalmente como una técnica exploratoria, descriptiva pero no explicativa.

Las soluciones no son únicas, en la medida en que la pertenencia al conglomerado para cualquier número de soluciones depende de muchos elementos del procedimiento elegido. Por otra parte, la solución cluster depende totalmente de las variables utilizadas, la adición o destrucción de variables relevantes puede tener un impacto substancial sobre la solución resultante.

Los algoritmos de formación de conglomerados se agrupan en dos categorías:

- *f* Algoritmos de partición: Método de dividir el conjunto de observaciones en k conglomerados (clusters), en donde k lo define inicialmente el usuario.
- *f* Algoritmos jerárquicos: Método que entrega una jerarquía de divisiones del conjunto de elementos en conglomerados.

Un método jerárquico aglomerativo parte con una situación en donde cada observación forma un conglomerado y en sucesivos pasos se van uniendo, hasta que finalmente todas las situaciones están en un único conglomerado.

Un método jerárquico disociativo sigue el sentido inverso, parte de un gran conglomerado y en pasos sucesivos se va dividiendo hasta que cada observación queda en un conglomerado distinto.

8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Selección de Jueces

Para determinar el umbral grupal de cada gusto, los participantes evaluaron los gustos básicos uno a uno (27 participantes), en diferentes concentraciones y se determinó la concentración en la que percibían el estímulo. Los resultados para el gusto dulce se muestran en la Tabla 1.1, para el gusto salado en la Tabla 1.2, para el gusto ácido en la Tabla 1.3, para el gusto amargo en la Tabla 1.4.

Tabla 1.1. Concentraciones de gusto dulce. Porcentaje de identificación respecto a las respuestas de los panelistas

Gustos básicos	% de sacarosa empleada	porcentaje de identificación %
DULCE 1	0,2	68
DULCE 2	0,3	68
DULCE 3	0,4	64
DULCE 4	0,6	76
DULCE 5	0,8	88

Tabla 1.2. Concentraciones de gusto salado. Porcentaje de identificación respecto a las respuestas de los panelistas

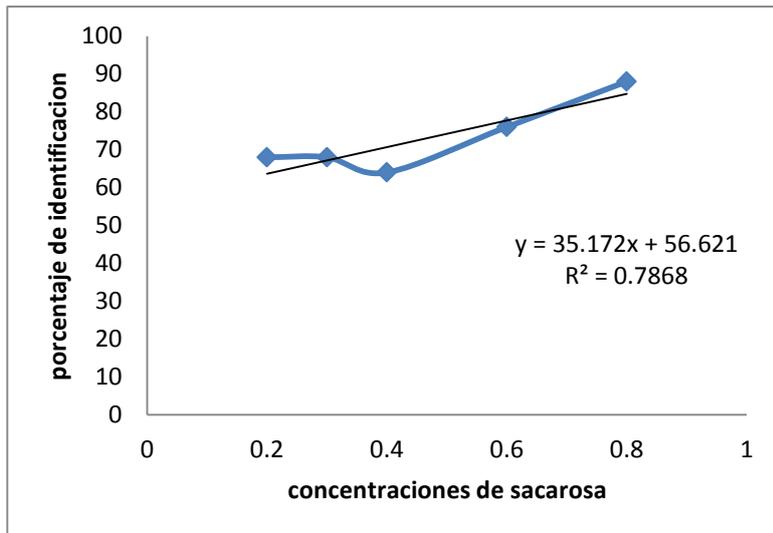
Gustos básicos	% de cloruro de sodio empleado	porcentaje de identificación %
SALADO 1	0,01	8
SALADO 2	0,04	58
SALADO 3	0,08	83
SALADO 4	0,1	83
SALADO 5	0,15	79

Tabla 1.3. Concentraciones de gusto ácido. Porcentaje de identificación respecto a las respuestas de los panelistas

Gustos básicos	% de ácido cítrico empleado	porcentaje de identificación %
ACIDO 1	0,015	21
ACIDO 2	0,02	67
ACIDO 3	0,025	75
ACIDO 4	0,03	83
ACIDO 5	0,035	83

Tabla 1.4. Concentraciones de gusto amargo. Porcentaje de identificación respecto a las respuestas de los panelistas

Gustos básicos	% de cafeína empleado	porcentaje de identificación %
AMARGO 1	0,001	21
AMARGO 2	0,012	46
AMARGO 3	0,02	58
AMARGO 4	0,03	67
AMARGO 5	0,045	92



Grafica 1.1.1 Umbral de gusto dulce

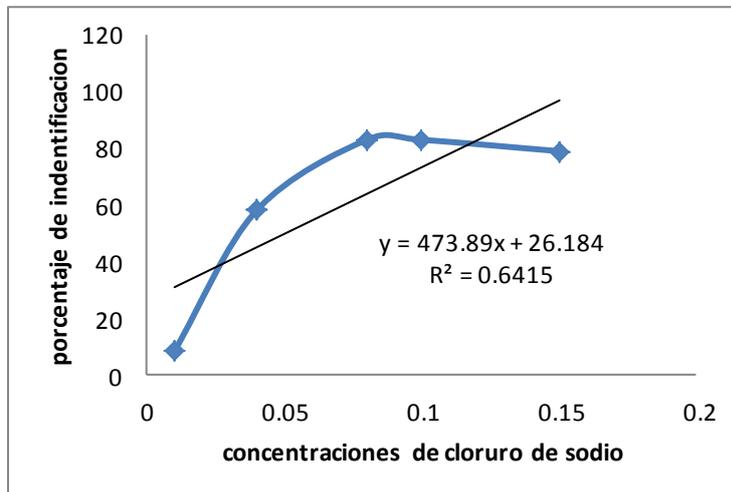
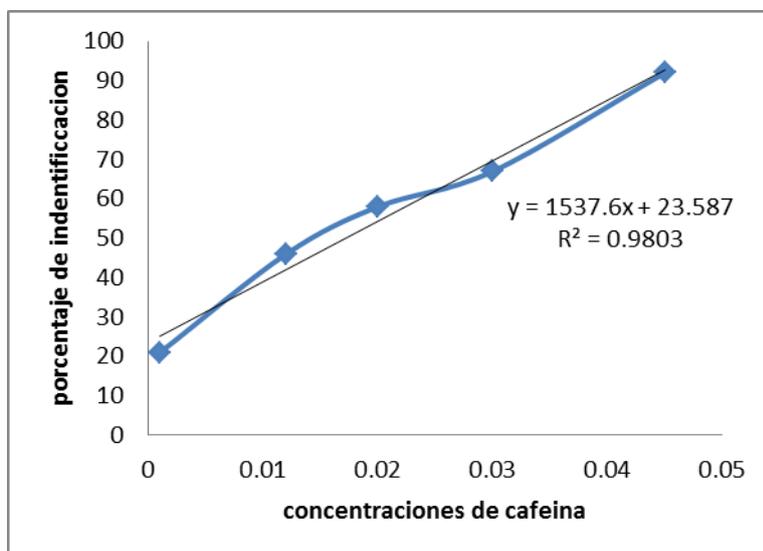
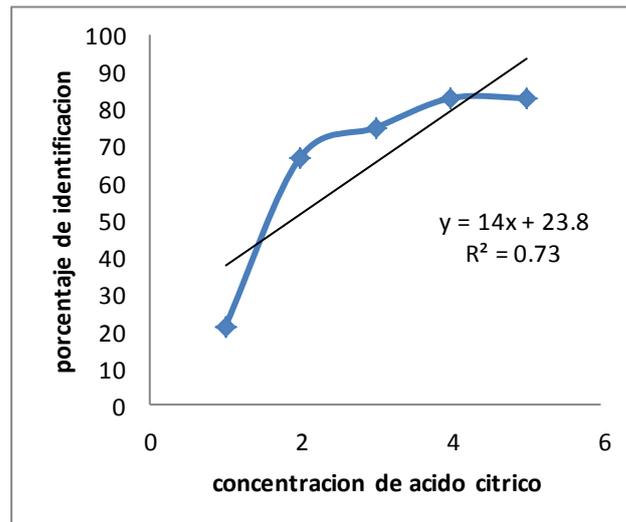


Grafico 1.2.1 Umbral de gusto salado



Grafica 1.4.1 Umbral de gusto amargo



Grafica 1.3.1 Umbral de gusto acido

En el umbral de gusto dulce se puede observar que los candidatos identificaron este gusto básico por debajo de la concentración del 0.2% en donde el porcentaje de reconocimiento fue del 68% (Tabla 1.1) esto quiere decir que el grupo de participantes requieren una baja concentración del estímulo para identificarlo. Este resultado se podría explicar porque el rango de edad de los participantes fue de 21 a 24 años (con moda en 21 años). Pedrero y Pangborn (1989) mencionan que a mayor edad aumenta el valor de umbral debido a la disminución de la percepción. Al comparar los resultados con otros grupo de candidatos, como se observa en la tabla 1.6; se observa que el grupo actual percibe concentraciones más bajas que el grupo de Iñigo (2013), aunque cabe mencionar que la edad de los anteriores panelistas estuvo en un rango de 20 a 25 años, además el umbral, también es influido por los hábitos alimenticios de cada uno de los panelistas.

En el umbral de gusto salado se observó que a mayor concentración mayor identificación. El umbral promedio de este gusto se calculó en 0,05% p/v de NaCl, ubicándose entre la segunda y tercera concentración utilizada en la prueba. Comparando los resultados con los de la tabla 1.6, se observó que el umbral calculado para el grupo en estudio, se encuentra por arriba de las concentraciones reportadas por Escobedo (2010) y Carmona (2008), y en concentración menor al de grupo evaluado por Iñigo (2013), es importante mencionar que el grupo de Escobedo se utilizó para evaluar bebidas a diferentes concentraciones de Cloruro de sodio por lo que se buscó a la gente más sensible para detectar este gusto.

Para el gusto ácido se encontró que a mayor concentración hay una mayor identificación, el umbral promedio para este gusto fue de 0,02% p/v de ácido cítrico, al comparar los resultados se encontró que el umbral calculado fue igual al reportado por Escobedo (0,02%) y mayor al umbral reportado por Carmona (0,013%).

La concentración umbral para el gusto amargo fue de 0,02% p/v. Al comparar los resultados con otros grupos de candidatos se encontró que el valor calculado es igual al reportado por Iñigo(2013) ,estando por encima del valor reportado por Carmona (0,003%) y Escobedo (0,01%) esto debido a que en nuestro grupo de candidatos se encontraban fumadores, lo cual disminuye la percepción de este gusto.

Para obtener la concentración del umbral promedio (Tabla1.5), se realizaron gráficas con el porcentaje de reconocimiento de cada uno de los gustos en las concentraciones evaluadas, obteniendo la ecuación de la recta y extrapolando al 50% del reconocimiento.

Tabla.1.5 Concentraciones promedio gustos básicos

Gusto básico	umbral promedio
salado	0,05% p/v de cloruro de sodio
ácido	0,02% p/v de ácido cítrico
amargo	0,02% p/v de cafeína
dulce	menor que 0.2%p/v de sacarosa

Tabla1.6 Valores de umbrales para los cuatro gustos básicos del grupo de candidatos a jueces para el estudio y los reportados por; Carmona 2008; Escobedo, 2010 e Iñigo 2013.

Gustos	Umbral	Umbral	Umbral	Umbral
	Calculado	Carmona	Escobedo	Iñigo
	(2013)	(2008)	(2010)	(2013)
Salado	0,05%	0,04%	0,03%	0,06%
Ácido	0,02%	0,013%	0,02%	0,12%
Amargo	0,02%	0,003%	0,01%	0,02%
Dulce	<0,20%	0,05%	0,42%	0,13%

8.1.1 Pruebas olfatorias

Los resultados de la prueba de umbral olfatorio para el olor a café se muestran en la Tabla 1.7 En general se observa que el mayor porcentaje de identificación del olor a café se realizó con la fosa derecha.

Tabla. 1.7. Concentraciones utilizadas para la prueba olfatoria de umbral. El porcentaje de aciertos es respecto a la respuesta de los candidatos.

Concentraciones Umbral (café)	% de identificación con la fosa nasal derecha	% de identificación con la fosa nasal izquierda	% de identificación con la ambas fosas
1,00E-08	17%	17%	13%
1,00E-07	21%	25%	33%
1,00E-06	25%	29%	29%
1,00E-05	63%	54%	42%
2,00E-05	75%	67%	63%
3,00E-05	83%	66%	83%

Los umbrales de identificación del olor a café con la evaluación unirinal y birinal, se muestra en la Tabla (1.8)

Tabla.1.8 Concentraciones de umbral promedio prueba olfatoria.

<i>Modo de identificación</i>	<i>Concentraciones de umbrales</i>
fosa derecha	1,28E-05
fosa izquierda	1,18E-05
Ambas	1,30E-05

Los resultados de las pruebas olfatorias para cada juez se muestran en la Tabla 2.0. El criterio de selección con base en estudios anteriores (Escobedo, 2010 e Iñigo 2013) fue tomar como una capacidad olfatoria aceptada el 50% de reconocimiento.

En la prueba de umbral olfatorio (Tabla 1.7) se observó que la identificación fue creciente en función del aumento de la concentración. Para la fosa derecha y ambas fosas se encuentra un mayor porcentaje de identificación en la prueba de umbral.

En el cálculo de la concentración promedio del umbral de café se realizaron las graficas para fosa derecha, fosa izquierda y ambas fosas; con el objetivo que mediante la ecuación de la recta se calculara el 50% de identificación. La tabla 1.8 muestra los datos obtenidos. Se encontró que la concentración umbral grupal fue $1,28 \times 10^{-5}$ para la fosa derecha, $1,18 \times 10^{-5}$ en la fosa izquierda y para ambas fosas de $1,30 \times 10^{-5}$.

Tabla. 1.9. Porcentajes de identificación de las pruebas discriminativas y pruebas de identificación y reconocimiento de olores

N° Juez	Discriminativas	Identificación y reconocimiento	N° Juez	Discriminativas	Identificación y Reconocimiento
	porcentaje %	porcentaje %		porcentaje %	porcentaje %
1	100	100	15	50	50
	100	100		100	50
	100	100		100	75
2	50	50	16	100	50
	100	100		50	50
	100	75		50	50
3	50	75	17	100	75
	50	75		50	75
	50	100		50	75
4	100	75	18	100	50
	100	75		100	100
	100	50		50	75
5	50	100	19	50	75
	100	100		50	75
	50	100		100	100
6	50	100	20	100	50
	50	100		100	25
	50	50		50	75
7	100	75	21	100	25
	50	75		100	50
	100	100		0	50
8	100	100	22	100	75
	100	100		50	50
	100	75		100	50
9	50	75	23	50	25
	50	50		50	75
	50	75		100	100
10	50	75	24	100	50
	100	75		100	50
	50	75		100	75
11	100	75	25	50	50
	100	50		50	50
	50	100		50	50
12	50	50	26	100	75
	100	50		100	50
	100	75		100	50
13	100	75	27	50	75
	50	75		50	100
	50	100		50	75
14	100	50			
	100	50			

8.1.2. Pruebas discriminativas

Los resultados de las pruebas discriminativas triangular y dúo-trío se muestran en la tabla 2.0, dando el valor de 1 al acierto y el de 0 al error. Estas pruebas se realizan para determinar la capacidad de la persona para percibir pequeñas diferencias en los productos y así obtener una mejor selección del grupo de aspirantes.

En la tabla 2.0 se puede observar que para los participantes fue más fácil discriminar las muestras de salchichas en la prueba triangular que las gomitas que se utilizaron en dúo-trío.

En la prueba triangular se observó que en general los aspirantes fueron capaces de reconocer las diferencias entre las muestras.

Las personas seleccionadas fueron las que presentaron un umbral menor o igual al grupal, más del 50% de aciertos en la prueba de identificación de olores, 75% o más de aciertos en las pruebas discriminativas, asistencia a las sesiones y disponibilidad de tiempo. Con base en los resultados se seleccionaron 27 personas, 75% mujeres y 25 % hombres con un rango de edad de 21 a 24 años.

Tabla.2.0 Resultados pruebas Dúo-trío y triangular.

N° Juez	Prueba triangular	Prueba dúo-trío	N° Juez	Prueba triangular	Prueba dúo-trío
1	1	1	15	1	1
2	1	0	16	1	1
3	1	0	17	1	1
4	1	1	18	1	1
5	1	0	19	1	1
6	1	1	20	1	0
7	1	1	21	1	0
8	1	1	22	1	0
9	1	1	23	0	1

Continuación Tabla.2.0 Resultados pruebas Dúo-trío y triangular.

10	1	1	24	1	0
11	0	1	25	1	1
12	1	1	26	1	0
13	1	0	27	1	0
14	1	1			

8.1.3 Prueba de ordenación de textura

Se realizó una sesión en donde se les dieron a los jueces una serie de muestras de manera aleatoria para que las ordenaran en cuanto a dureza de menor a mayor y a su vez la adhesividad, donde 1 = menor y 8 = mayor.

Tabla 2.1 Resultados de las pruebas de textura.

Juez	Dureza								Adhesividad							
	Gm	P	Mg	C	HF	D	Sg	G	M	Fr	Pg	CH	Gm	PH	Mg	W
1	4	7	2	8	1	5	6	3	4	2	8	7	1	3	6	5
2	3	7	4	8	1	6	5	2	4	2	5	7	3	1	8	6
3	4	7	5	8	1	3	6	2	4	2	8	6	3	1	5	7
4	4	7	3	8	1	5	6	2	2	4	6	5	3	1	7	8
5	5	7	2	8	1	3	4	2	4	2	8	6	3	1	5	7
6	2	7	6	8	1	4	7	3	2	4	7	8	3	1	5	6
7	6	7	2	8	1	4	5	3	2	4	8	5	3	1	6	7
8	4	7	2	8	1	6	5	3	2	4	8	5	3	1	7	6
9	3	7	4	8	1	5	6	2	2	3	7	5	4	1	8	6
10	3	7	5	8	1	6	4	2	3	2	7	8	4	1	6	5
11	4	7	2	8	1	5	6	3	2	5	6	8	4	1	3	7
12	4	7	3	8	1	6	5	2	1	4	6	8	5	2	3	7
13	4	7	2	8	1	5	6	3	2	3	5	8	4	1	6	7
14	4	7	1	8	2	6	5	3	1	4	7	5	3	2	8	6
15	3	5	4	8	1	6	7	2	1	4	7	6	3	2	5	8
16	2	5	7	8	1	4	6	3	1	3	6	8	5	2	4	7
17	3	7	4	8	1	5	6	2	3	2	6	8	4	1	5	7
18	7	4	3	8	1	5	2	6	2	4	5	8	3	1	6	7
19	4	7	2	8	1	6	5	3	8	6	1	2	5	7	4	3
20	4	7	2	8	1	6	5	3	2	3	7	8	1	4	5	6
21	3	7	4	8	1	5	6	2	2	4	8	5	3	1	6	7
22	3	7	5	8	1	6	4	2	2	4	8	5	3	1	7	6
23	3	7	5	8	1	6	4	2	2	3	7	5	4	1	8	6
24	4	7	2	8	1	5	6	3	3	2	7	8	4	1	6	5
25	4	7	3	8	1	6	5	2	2	5	6	8	4	1	3	7
26	4	7	5	8	1	3	6	2	2	3	5	8	4	1	6	7
27	4	7	3	8	1	5	6	2	1	4	7	5	3	2	8	6

Nota: Gm-gummies, P-panditas, Mg-mangomis, C-caramelo, HF-Hawaiian, D-dientes, Sg-sandigomas, G-giralda, M-mantecada, Fr-frambuesa, Pg-pelagoma, Ch-chicloso, Ph-philadelphia, W-winnis

Tabla 2.2 Resultados de las pruebas de ordenacion de dureza y adhesividad por juez.

% aciertos					
Juez	Dureza	Adhesividad	Juez	Dureza	Adhesividad
1	75	12.5	15	37.5	37.5
2	50	25	16	37.5	12.5
3	75	75	17	75	62.5
4	100	50	18	50	62.5
5	50	75	19	50	0
6	37.5	50	20	50	12.5
7	50	75	21	75	75
8	62.5	62.5	22	37.5	62.5
9	75	25	23	50	25
10	50	12.5	24	75	12.5
11	75	50	25	75	37.5
12	75	37.5	26	75	37.5
13	75	50	27	100	25
14	37.5	37.5			

Los resultados son un porcentaje promedio de la evaluación de las 8 muestras comerciales.

Los resultados que se obtuvieron con la prueba de ordenación nos indican que los candidatos a jueces no estaban familiarizados con la adhesividad y con el modo de evaluación, teniendo así los resultados obtenidos.

En la ordenación de dureza los sujetos tienen la precepción de dicho atributo, tomando a partir del 50% de aciertos.

8.2 Entrenamiento

Para el entrenamiento se utilizaron alimentos previamente evaluados en el Texturómetro (TA. xT2 Plus, Stable Micro System), que se muestran en la Tabla 2, Anexo A.

La duración del entrenamiento para el panel fue de 4 semanas.

Las primeras sesiones se realizaron con los estándares ya mencionados, con la finalidad de que el grupo de jueces se familiarizara con las escalas de cada uno de los 12 atributos, probando primero todos los estándares y después el alimento. A continuación se muestra los porcentajes de los coeficientes de variación (CV) de los atributos evaluados.

En la Figura 6 se muestran los porcentajes de los coeficientes de variación. Al evaluar el pan melba en la primera sesión, se observó que para la adhesividad en la 6ª masticación, contenido de humedad en los dos diferentes ciclos y el tamaño de partícula se obtiene un CV mayor a 40%, por lo cual se les recordó la definición y la forma de evaluación de estos atributos.

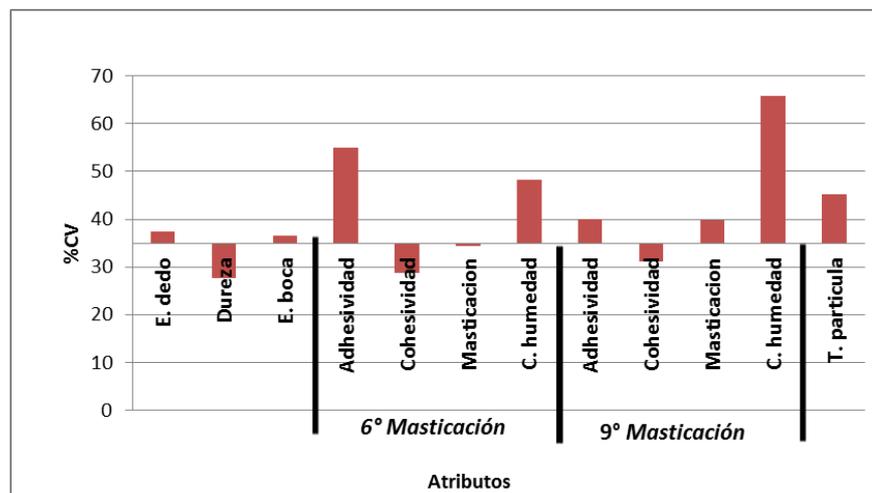


Figura 6. Porcentaje del coeficiente de variación de los resultados sobre textura de Pan Melba con todos los estándares (primera sesión)

Enseguida que los jueces se familiarizaron con las escalas de los estándares para cada atributo, se realizó una evaluación sin los estándares.

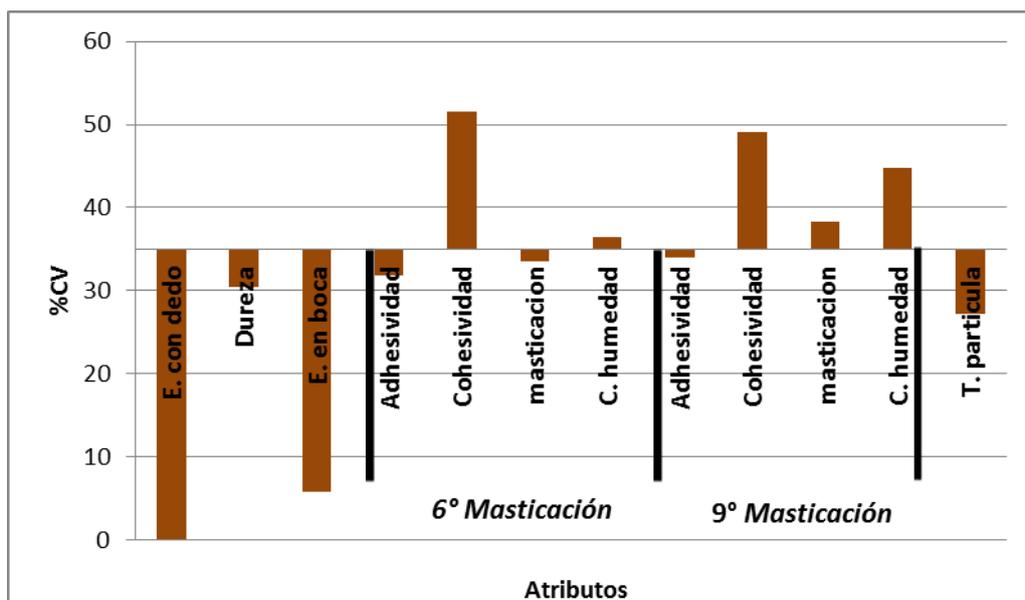


Figura 7. Porcentaje de Coeficiente de Variación de los resultados sobre textura en Pan Melba sin estándares (Tercera sesión)

Se observó que el grupo de jueces (figura 7) evaluaban correctamente la elasticidad y la cohesividad en los diferentes tiempos de masticación (tercera sesión). El contenido de humedad seguía siendo confuso para el grupo de jueces. Se volvió a evaluar pero ahora solo con los estándares de los atributos con el coeficiente de variación mayor o igual a 40% (cohesividad en la 6ª y 9ª masticación, masticación y contenido de humedad). Se muestran los resultados en la figura 8.

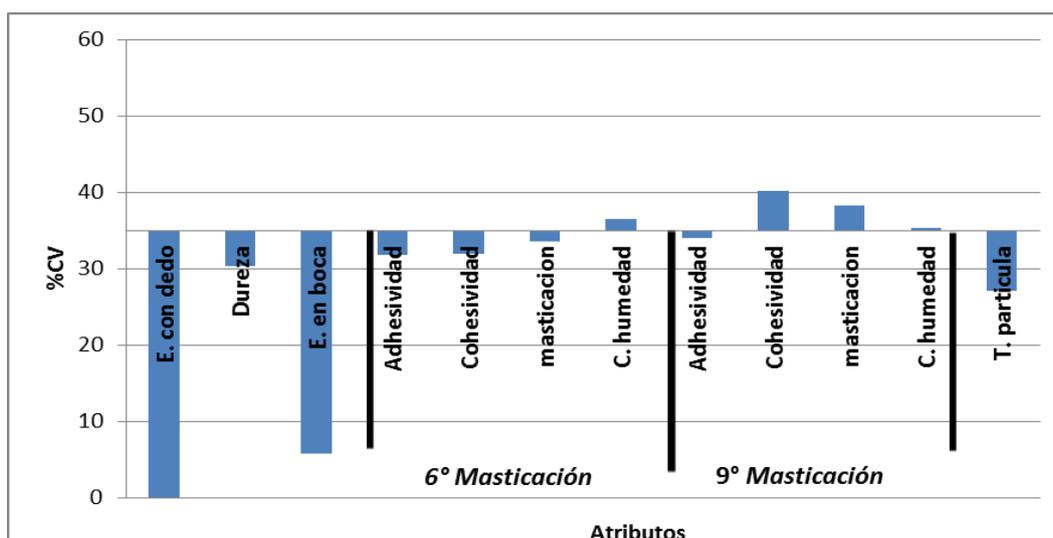


Figura 8. Porcentaje del coeficiente de variación de los resultados sobre textura en Pan Melba utilizando las escalas de adhesividad, cohesividad y contenido de humedad

A continuación se muestra la evaluación de otros alimentos (gomita de frambuesa y zanahoria) durante el entrenamiento.

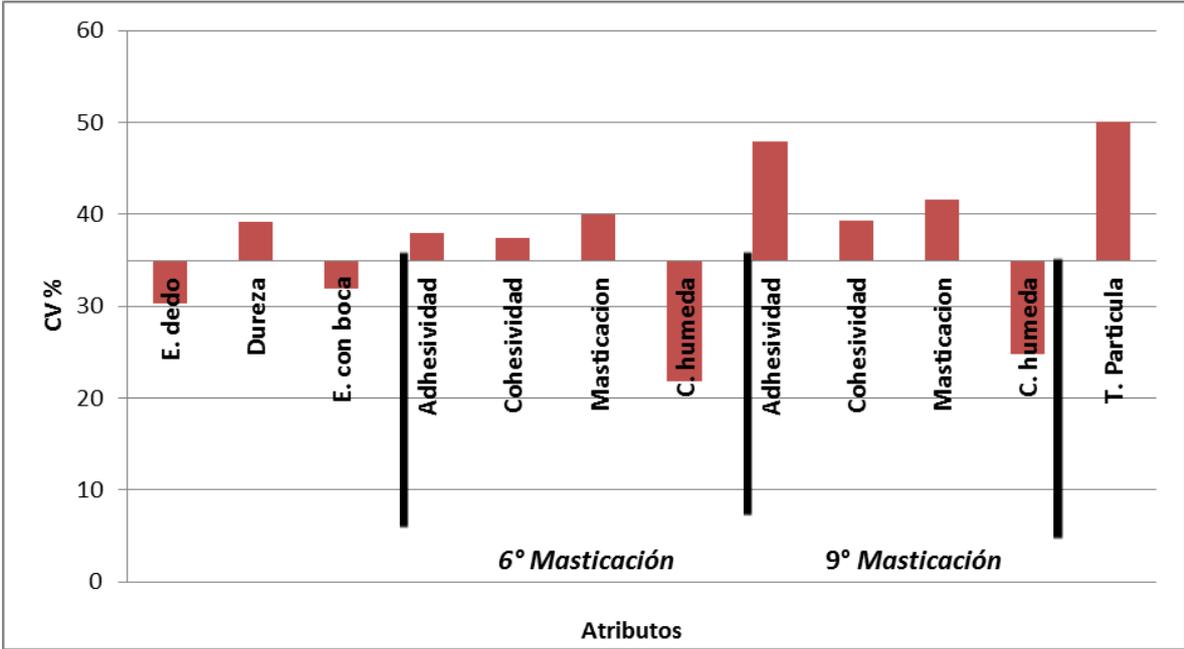


Figura 9. Porcentaje del coeficiente de variación de los resultados sobre textura en gomita de frambuesa con estándares (primera evaluación)

Al obtener los resultados de la Figura 9, se ajustaron solo los atributos que tuvieran porcentajes de coeficientes de variación mayor a 40 %, en esta sesión fueron cohesividad, tamaño de partícula y la adhesividad que se vio reflejado en la siguiente evaluación de la frambuesa teniendo claro y conciso para los jueces la evaluación de estos atributos ya mencionados.

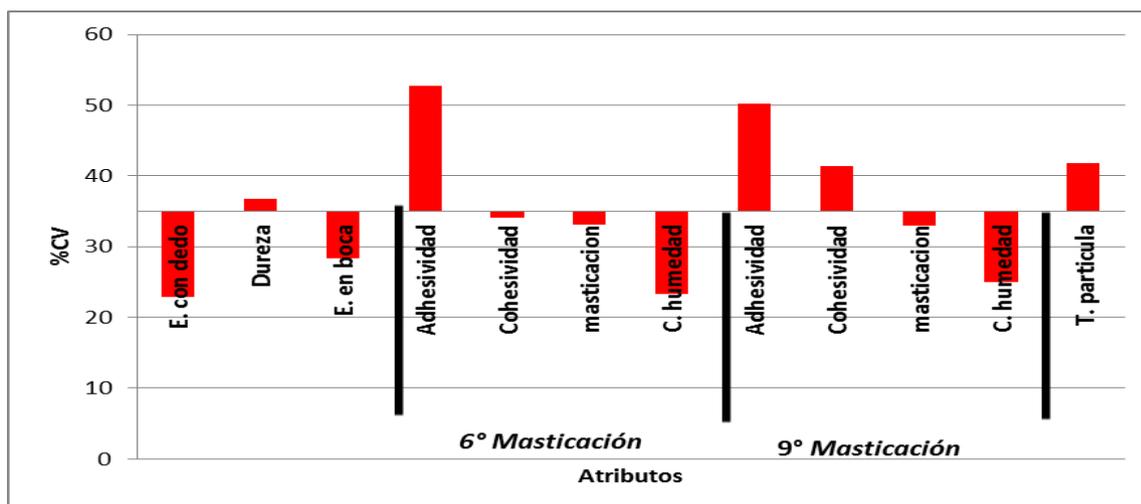


Figura 10. Porcentaje del coeficiente de variación de los resultados sobre textura en gomita de frambuesa sin estándares (tercera evaluación)

Se volvió a observar que la adhesividad en ambos ciclos, la cohesividad en la 9ª masticación y el tamaño de partícula seguían teniendo coeficientes de variación muy altos. Se siguió el entrenamiento con otro alimento para que el grupo de jueces percibieran diferentes intensidades de los atributos haciendo énfasis en estos últimos atributos que se tenían que ajustar al rango de 35%-40%.

Al evaluarse la zanahoria se observó que los jueces tuvieron confusión en el momento de evaluar la elasticidad con dedo y en boca, lo cual solo era el modo de la utilización de la escala. El atributo de la cohesividad y la masticación se encontraron por arriba del 40%, por lo fue necesario continuar el entrenamiento hasta ajustarlos.

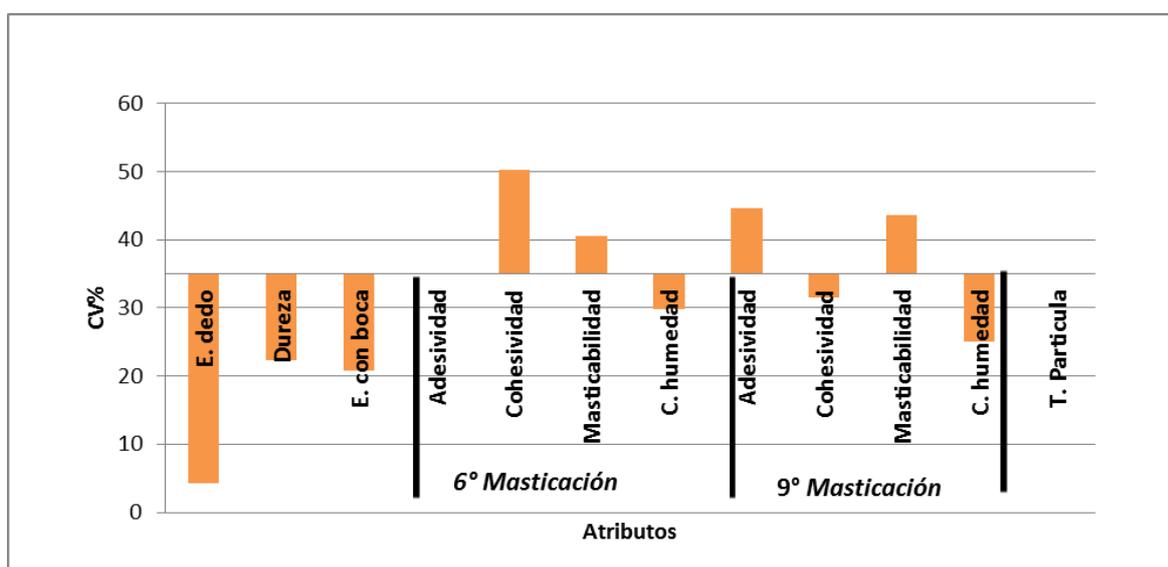


Figura 11. Porcentaje del coeficiente de variación de los resultados sobre textura en zanahoria sin estándares. (Cuarta sesión)

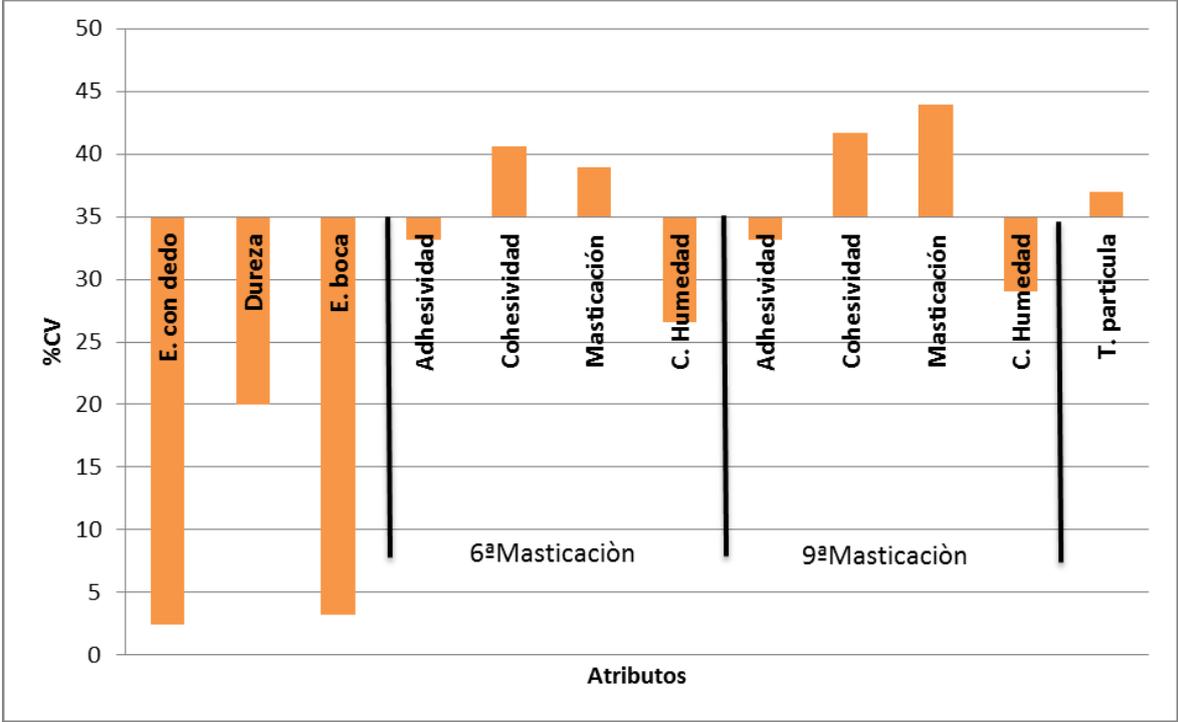
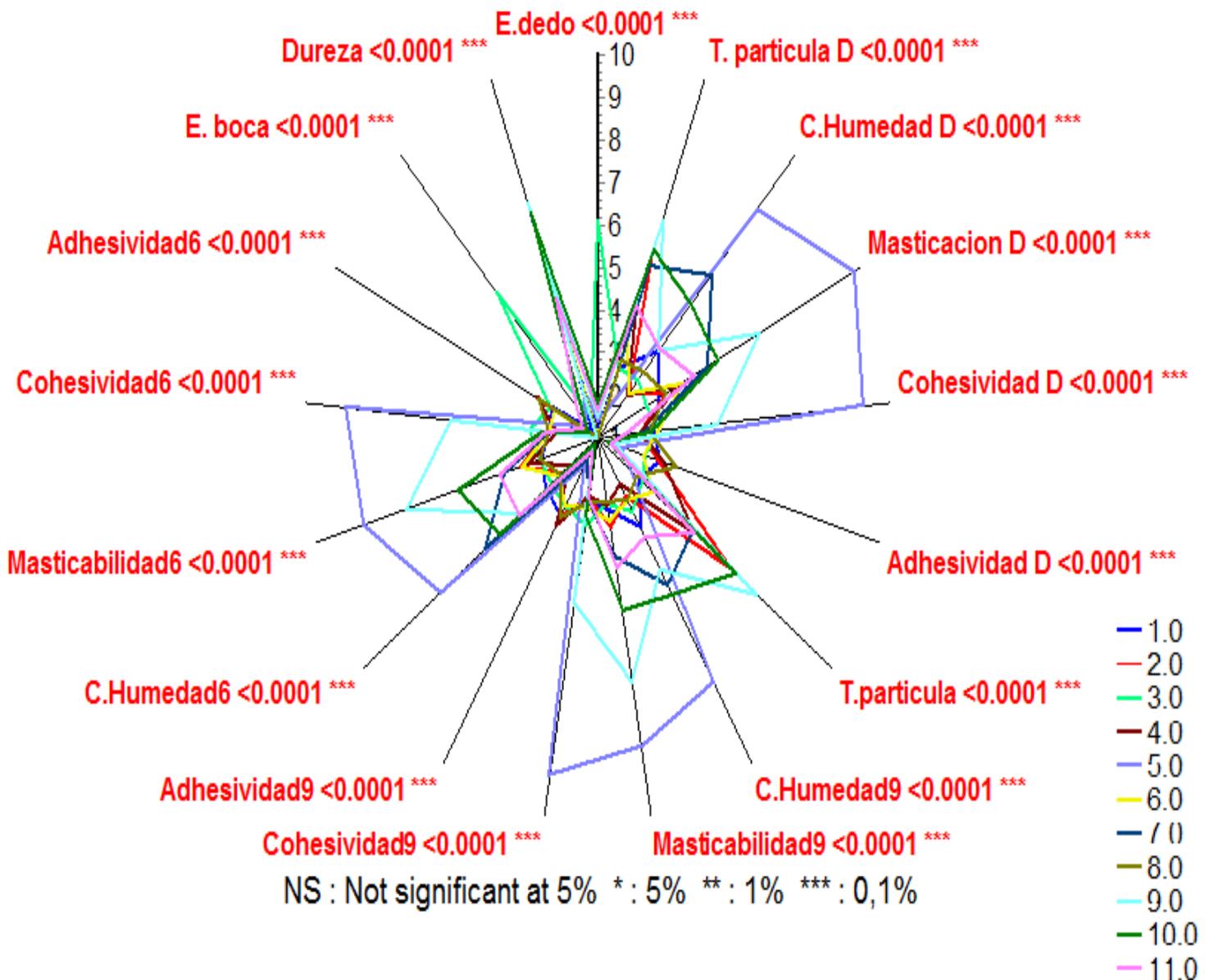


Figura 12. Porcentaje del coeficiente de variación de los resultados sobre textura en zanahoria con estándares de contenido de humedad. (Octava sesión)

Como lo argumenta Dan (2008) en relación al entrenamiento, las definiciones para cada forma de evaluación deben ser específicas para que cada juez las comprenda debidamente y no existan confusiones. Esto para obtener una evaluación más precisa. Después de 10 sesiones se logró tener un grupo de jueces con un CV menor al 40%, evaluando así de forma similar.

8.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EVALUACIÓN SENSORIAL

Una vez que se observó que el grupo de jueces evaluaba de manera más homogénea, se procedió a la evaluación de las muestras en estudio. A continuación se muestra una gráfica radial con los atributos, evaluados en los alimentos y las siliconas.



Gráfica 11. Representación grafica de la cuantificación de atributos de textura de los siguientes productos evaluados: 1- queso, 2-almendra, 3- mantecada, 4-cacahuete, 5-chicle, 6-melba, 7-zanahoria, 8-galleta, 9-optosil control, 10-optosil sabor, 11-optocal. El orden va en contra de las manecillas del reloj.

Elasticidad en dedo

Una vez realizado el análisis de DMS (Tabla 3) se observó que el alimento con mayor elasticidad táctil fue la mantecada (6.09) sobrepasando a la silicona control, silicona con sabor y al optocal, no encontrando diferencias entre las siliconas problema. De las tres muestras de siliconas la más elástica fue la silicona con sabor, el optocal presenta un resultado esperado debido a que de todas las siliconas era la más suave, conociendo su composición. La almendra presentó la evaluación más baja (1).

Dureza

En el atributo de dureza fueron el cacahuate, la almendra y la zanahoria lo que presentan una intensidad de dureza media alta; se utiliza mayor fuerza en la mordida y requiere un mayor esfuerzo de masticación (Engelen, et. al., 2005). La silicona control presenta la evaluación más alta en el atributo de dureza, teniendo como segundo producto más duro la silicona con sabor; asumiendo que la elaboración de estas siliconas se llevó a cabo correctamente, ya que un factor que afecta la dureza de las siliconas es la mezcla correcta del CutterSil (Albert, 2003).

La silicona optocal es la más suave de las siliconas a evaluar, esto se debe a que tiene diferente composición en su formulación; es una silicona más suave que se utiliza para personas con pérdidas o deficiencias dentales. En su composición a la silicona se le agrega pasta dental, vaselina y alginato dando una porosidad diferente a la del Optosil confort.

Adhesividad

La adhesividad en la sexta masticación muestra que el cacahuate (3.1) es el que presenta un mayor grado de adhesividad. Esto se debe a que la forma de evaluación de este atributo para el grupo de jueces entrenados, es la cantidad de alimento que se adhiere a los molares. Lee y Resurrección (2004) demuestran que el cacahuate, que presenta una dureza promedio, al ser triturado provee partículas más pequeñas, que en este caso, se adhieren a los dientes, quedando incrustados en los surcos de los mismos. Las siliconas presentan adhesividad más baja que el resto de los alimentos evaluados; silicona control (1.03), silicona

con sabor (1.3) optocal (1.49), demostrando que no hay diferencia significativa entre el control y la silicona con sabor. La silicona optocal si muestra diferencia significativa con el control, esto debido a que al ser una silicona mas porosa por su composición adquiere un poco de humedad (Pocztaruk et. al., 2008).

En la adhesividad a la novena masticación el cacahuete presenta mayor intensidad (3.4) dada la forma de evaluación indicada a los jueces. Con menor intensidad esta la silicona con sabor (1.16); no encontrándose diferencia significativa entre las siliconas evaluadas. Los alimentos que tienen diferencia con las siliconas son: galleta, pan melba, cacahuete, mantecada, almendra y queso. Se encontraron similitud entre la silicona control y la zanahoria, y el optocal con la zanahoria y el chicle. Todos los alimentos muestran diferencia significativa con la silicona con sabor.

El último periodo que se evaluó fue antes de deglutir la muestra. La mayor adhesividad la presentó la galleta (3.49) ya que al ser un alimento poroso permite que la saliva forme más rápido el bolo llevando a la adhesividad a los molares. El de menor adhesividad fue la silicona con sabor (1.31), no encontrándose diferencia significativa con la silicona control y la silicona optocal. Se observa que el chicle y la zanahoria se asemejan a las tres siliconas evaluadas.

En la tabla 3.1 se encuentra los productos en los cuales existen diferencias entre ciclos distintos de evaluación

Los productos donde si existe diferencia significativa en los tiempos de masticación son el queso, la almendra, el chicle, pan melba, la zanahoria y la silicona control. Todos estos alimentos son duros con excepción del chicle en donde la adhesividad aumenta al aumentar el flujo de saliva.

También se evaluó la masticación del producto hasta la deglución, estudiando los atributos señalados. Al comparar con la sexta masticación, en el atributo de adhesividad, se encontró que existe diferencia en el queso, chicle, pan melba, zanahoria, silicona control, silicona con sabor y la silicona optocal.

Para los productos galleta, mantecada, cacahuete y almendra no se encuentra diferencia en la adhesividad los diferentes tiempos, en adhesividad; esto se puede deber a que las propiedades características de este atributo son físicas

(superficie y propiedades reológicas) y de lubricación (Koc et. al., 2013), caracterizando al cacahuate, la almendra y galleta con propiedades similares, aunque la galleta y la mantecada sean menos duros que el cacahuate y la almendra. Los únicos alimentos que presentan diferencia en la adhesividad antes de deglutir y en la 9ª masticación son la silicona control y la silicona con sabor.

Cohesividad

El producto con mayor cohesividad en la sexta masticación es el chicle (8.78) esto se debe a que la composición del alimento influye en el proceso de masticación (van der Bilt et. al. 2006). El chicle es un alimento constituido por un polímero (goma base, que puede ser goma xantana o acetato de polivinilo) que al ser hidratado se vuelve un producto altamente cohesivo. El cacahuate es un alimento seco (6.5 % de agua en 9.1 cm³) (Engelen, et. al.,2005) razón por la cual presentó un valor menor de cohesividad (2.3). Las siliconas de prueba presentan una mayor intensidad comparada con la del cacahuate, observándose que la silicona con sabor es menos cohesiva (2.71) que la silicona control (5.54), encontrándose una diferencia significativa entre estas dos siliconas. Esta propiedad se reafirma con lo que Ollhoff en 1986 indica en cuanto a que el cacahuate se tritura con mayor facilidad que las siliconas; esto al probarlo instrumentalmente y evaluando con pacientes. La silicona optocal no presenta diferencia significativa con la silicona saborizada.

El atributo de cohesividad durante la novena masticación se presentó con mayor intensidad en el chicle (9.05), debido a las propiedades ya mencionadas anteriormente. El cacahuate (2.41) fue el alimento con menor intensidad. La silicona con sabor y el optocal no muestran diferencia significativa, sin embargo en la silicona control muestra diferencia significativa con la silicona saborizada. El chicle presenta diferencia significativa con la silicona control, silicona con sabor y optocal. La silicona control difiere con todos los alimentos evaluados; esto indica que en el atributo de cohesividad a la novena masticación, ningún alimento se asemeja. Sin embargo, la silicona con sabor y la silicona optocal tienen similitud con la galleta, la zanahoria, pan melba, cacahuate, mantecada, almendra y el queso.

En la cohesividad antes de la deglución, el chicle (9.17) es el de mayor intensidad y la silicona optocal (1.85) presenta menor intensidad. La silicona control, la silicona con sabor y el optocal muestran diferencia entre ellas. Algunos alimentos como la galleta, la zanahoria, el pan melba, el cacahuate, la mantecada, la almendra y el queso no muestran diferencia con la silicona con sabor. La muestra optocal se observa similar a la galleta, zanahoria, cacahuate y almendra.

En el atributo de cohesividad, con respecto a los golpes masticatorios, ningún producto muestra diferencia entre la masticación 6 y la masticación 9. Esto puede deberse solo a que el número de masticaciones que separa cada evaluación es de 3 golpes, lo que no permite fraccionar el alimento como para poder percibir diferencia en este atributo; para obtener diferencias se necesitaría más tiempo de masticación.

En la tabla 3.1 los productos en los cuales existen diferencias entre ciclos distintos de evaluación

Para cohesividad solo existió diferencia significativa en los diferentes tiempos de masticación en la silicona optocal. Observándose que la cohesividad no se percibe distinta en los tiempos evaluados. Entre la cohesividad en la sexta masticación y la cohesividad antes de la deglución la silicona optocal y la almendra presentaron diferencias, lo cual quiere decir que la eficiencia de la masticación de los jueces puede ser baja ya que mastican muy poco para triturar el alimento; esto se puede deber al hábito de comer apresuradamente.

Masticabilidad

El chicle presenta una mayor intensidad (8.48) en la masticabilidad en la sexta masticación. Los productos con menor intensidad fueron el queso (2.80) y la mantecada (2.85); esto se debe a que los productos secos necesitan mayor tiempo en la boca, suficiente para permitir la secreción de la saliva (Engelen et. al., 2005).

La masticabilidad se evaluó como la energía necesaria para realizar la acción de masticación para deglutir el alimento. Dado que el chicle es una goma (polímero) no puede ser deglutido, por lo que no existe un umbral de deglución. La silicona control muestra un valor por debajo (7.08) del chicle, pero es mayor en

comparación con la silicona con sabor (5.45) y el optocal (4.11), teniendo así una diferencia significativa entre las 3 siliconas evaluadas, remarcando la diferencia entre la silicona control y la silicona con sabor, observándose que el sabor si influye en este atributo.

Van der Bilt (2006) indicó que la dureza de los alimentos se detecta durante la masticabilidad y afecta a la fuerza masticatoria, la actividad muscular de la mandíbula y los movimientos mandibulares ; este argumento solo difiere con el chicle, debido a su composición. Los alimentos con baja intensidad obedecen al argumento ya mencionado. Los alimentos más cercanos a las intensidades de la silicona optocal son: la zanahoria, pan melba, cacahuate, almendra, teniendo como factor común la dureza del alimento. Para la silicona control y la silicona con sabor no se encuentra similitud con algún otro alimento.

En la novena masticación en la evaluación de la masticabilidad el alimento con mayor intensidad fue el chicle (8.37) y el de menor intensidad fue la galleta (2.54) esto es porque la galleta es un producto de panificación que se hidrata rápidamente, provocando la rápida formación de un bolo (Engelen, et. al., 2005). La silicona control (6.81), silicona con sabor (5.1) y la silicona optocal (4.1) presentaron una intensidad por arriba de la galleta y por debajo del chicle. Entre las 3 siliconas evaluadas se encuentra diferencia significativa, no teniendo similitud la silicona control y la silicona con sabor, con los alimentos evaluados. La silicona optocal no presenta diferencia con la zanahoria.

El chicle (9.8) muestra la mayor intensidad en el atributo de la masticabilidad durante el periodo antes de deglutir, Con menor intensidad fue la mantecada (2.65) esto es a que es un producto de panificación con una dureza mínima que permite la fácil masticación y la fácil formación de un bolo para la deglución (Hiemae & Palmer, 1999). La silicona con sabor y el optocal no muestran diferencias significativas, mientras que la silicona control muestra diferencia con las demás siliconas evaluadas. Entre estas muestras (siliconas) quien presenta mayor intensidad del atributo es la silicona control (6.51) obteniéndose una diferencia con todos los alimentos evaluados. Los únicos alimentos con similitud a la silicona con sabor y el optocal son: pan melba y cacahuate. Así mismo se encontró la diferencia entre el cacahuate y la zanahoria en el atributo de la

masticación. Kapur (2004) indica que se necesitan menos golpes masticatorios para el cacahuate que para la zanahoria.

En la tabla 3.1 se indican los productos en los cuales existen diferencias entre ciclos distintos de evaluación

Los productos con diferencias significativas en los ciclos sexto y noveno del atributo masticabilidad fueron el queso, la mantecada, el cacahuate y la galleta mostrando así que la presencia de la grasa en los alimentos interviene en la masticabilidad de los mismos (Koc et. al., 2013). Las siliconas control, con sabor y optocal no presentaron ninguna diferencia entre los diferentes ciclos.

En cuanto al atributo de masticabilidad antes de deglutir y en el sexto ciclo encontramos diferencia en el queso y la mantecada.

Para el contenido de humedad antes de la deglución y en la 6ª masticación se encontró diferencia en la almendra, mantecada, cacahuate, pan melba, silicona control y la silicona optocal, teniendo como características similares que son alimentos secos, por lo cual requieren mayor tiempo en la cavidad bucal, generando un mayor flujo de saliva para obtener un bolo cohesivo. La masticabilidad en la 9ª masticación y la masticabilidad antes de la deglución presentaron diferencia en la mantecada- Este alimento presenta un aumento de humedad en la boca, por lo cual la mantecada al contener (grasa butírica), facilita la masticación obteniéndose una mejor cohesividad (Koc, et. al., 2013).

Contenido de Humedad

En el contenido de humedad en la sexta masticación el producto que presenta mayor intensidad del atributo es el chicle (7.06), este producto (sabor) promueve un estímulo gustativo, factor clave en la determinación de la tasa de saliva (Kilcast, 2004). El flujo salival varía considerablemente dependiendo del tipo de alimento que se consume (Guinard et al., 1998) y además, está fuertemente influenciada por la textura de los alimentos y el contenido de agua, así como el tipo de sabor y la intensidad del sabor (Prinz & Lucas, 1997). Entre las siliconas evaluadas, presenta mayor contenido de humedad la silicona con sabor (naranja) (4.78), comparándola con la silicona control (3.9).

Los alimentos evaluados que presentan diferencia significativa con las siliconas son: cacahuate, la galleta, pan Melba, chicle, mantecada, la almendra y el queso. La zanahoria no presenta diferencia significativa con la silicona con sabor. La forma de evaluación de este atributo fue la precepción del aumento del flujo de la saliva durante la masticación indicada, teniendo así que aunque la silicona con sabor no contiene un mayor porcentaje de humedad se asemeja a la zanahoria que al ser masticada libera la cantidad de agua retenida por el alimento mismo.

El contenido de humedad en la 9ª masticación muestra que el alimento con mayor intensidad es el chicle (7.76) debido a su capacidad de generar flujo de saliva estimulando las papilas gustativas generando un flujo salival mayor (Segarra, 2006) debido al sabor frutal que contiene. Se encontró menor intensidad con el cacahuate (2.29) debido también a la porción evaluada que no da tiempo de generar demasiada saliva como para percibirla. La silicona con sabor (5.33) presenta ante la silicona control y la silicona optocal una mayor intensidad, aunque cabe mencionar que no se encontró diferencia significativa con la silicona control. Sin embargo, se encuentra diferencia con la silicona optocal. La intensidad del contenido de humedad de la silicona control y la silicona con sabor se presenta similar a la zanahoria, ya que al romper la pared celular de la zanahoria aumenta el revestimiento en la boca (Kilcast, 2004). La silicona optocal se observó similar con la mantecada y el queso.

Antes de deglutir, el mayor contenido de humedad generado durante este periodo de evaluación fue el chicle (8.28). Está visto que el chicle es el alimento que mayor flujo de saliva genera durante su degustación, también con la participación del sabor empleado (frutal) que al contener notas acidas, estimulan las papilas gustativas generando un aumento del flujo salival (Segarra, 2006). La almendra (2.43) obtuvo menor intensidad del contenido de humedad, claro está que es uno de los alimentos secos y que por su sabor no estimulan la secreción del aumento del flujo salival. La silicona con sabor (5.22) es de mayor intensidad que la silicona control (3.77) y la optocal (3.84); encontrándose diferencias entre la silicona control y la silicona con sabor. Los alimentos que se asemejan al optocal y a la silicona control en este atributo son: la galleta y el queso.

En la tabla 3.1 se presentan los productos en los cuales existen diferencias entre ciclos distintos de evaluación.

Para el contenido de humedad evaluada en los diferentes tiempos se encontró que la almendra, cacahuate y la silicona control presentan diferencia significativas entre la sexta y la novena masticación. Al ser productos secos y presentando una dureza alta, la fisiología bucal reacciona al aumentar la fuerza de masticación y el flujo de saliva para este tipo de productos (Engelen et. al., 2005). En el contenido de humedad para la 9ª masticación y para antes de la deglución los alimentos con diferencia entre estos ciclos son la galleta, silicona control, silicona con sabor, almendra y cacahuate. El caso de la galleta al ser un producto seco, permite que absorba más saliva volviéndose el bolo más cohesivo y más húmedo, percibiéndose la diferencia en los diferentes ciclos de masticación. Para las 2 siliconas evaluadas, al no incorporarse la saliva al alimento artificial se genera más saliva para que se prepare su deglución.

Tamaño de partícula

Se evaluó el tamaño de partícula al finalizar los dos ciclos (sexta y novena masticación), la forma de evaluación fue entre la parte trasera de la lengua y la garganta (antes de deglutir), tomando en cuenta que el chicle (2.23) no presenta un umbral de deglución se tomó como el de menor intensidad. Este atributo se ve producido por la velocidad de la masticación generando distribuciones de tamaño de partícula de varios ordenes de magnitud por lo que la tensión de fractura no es constante (Agrawal, et, al., 1998). Al ser la muestra de dureza media-alta esto provocará mayor fuerza en la masticación como se observó en las siliconas (Ollhoff et, al., 1986). La de mayor intensidad fue la silicona control (7.08) por arriba de la silicona con sabor (6.29) y la optocal (4.68); encontrándose diferencia significativa entre la silicona control y la silicona optocal. Sin embargo, no existe diferencia entre la silicona control y la silicona con sabor. Teniendo a la almendra como único alimento con similitud con la silicona saborizada.

Por último, en cuanto a la evaluación durante el periodo antes de deglutir, el producto con mayor intensidad del tamaño de partícula fue la silicona control (6.48) por arriba de la silicona con sabor (5.72) y optocal (4.32), no encontrándose diferencia significativa con la silicona saborizada. En este atributo ninguno de los

alimentos se asemeja con la silicona control y la silicona con sabor. La silicona optocal se asemeja con el pan melba y el cacahuate, que son productos secos y con una dureza media, cuyos valores son 5.07 y 5.59 respectivamente.

Tabla 3. Promedio presentado en los atributos de los productos evaluados (\pm Desviación estándar)

	1 (Queso)	2 (Almendra)	3 (mantecada)	4 (Cacahuete)	5 (Chicle)	6 (Melba)	7 (Zanahoria)	8 (Galleta)	9 (Scontrol)	10 (Ssabor)	11 (Optocal)
E.dedo	1.19 \pm 0.22 ^{BC}	1 \pm 0 ^C	6.09\pm1.38^A	1 \pm 0 ^C	1.42 \pm 0.48 ^{BC}	1.03 \pm 0.1 ^C	1.01 \pm 0.04 ^C	1.01 \pm 0.05 ^C	1.48 \pm 1.53 ^{BC}	1.83 \pm 2.41 ^B	1.63 \pm 1.77 ^{BC}
Dureza	2.9 \pm 0.9 ^{EF}	6.58 \pm 1.32 ^A	1.6 \pm 0.35 ^G	5.59 \pm 1.3 ^B	2.28 \pm 0.68 ^{FG}	5.07 \pm 1.41 ^{BC}	6.62 \pm 0.91 ^A	3.74 \pm 1.25 ^{DE}	6.9\pm1.13^A	6.67 \pm 2.73 ^A	4.5 \pm 2.25 ^{CD}
E. boca	1.24 \pm 0.43 ^C	1.01 \pm 0.07 ^C	5.62\pm1.73^A	1 \pm 0 ^C	1.52 \pm 0.78 ^{BC}	1.07 \pm 0.31 ^C	1 \pm 0 ^C	1.01 \pm 0.03 ^C	1.05 \pm 0.11 ^C	1.58 \pm 1.99 ^{BC}	1.93 \pm 2.33 ^B
Adhesividad₆	2.58 \pm 0.49 ^{CD}	2.98 \pm 1.02 ^{ABC}	2.65 \pm 0.67 ^{BCD}	3.1\pm0.82^A	1.62 \pm 0.98 ^E	2.47 \pm 0.62 ^D	1.55 \pm 0.5 ^E	3.02 \pm 0.56 ^{AB}	1.03 \pm 0.11 ^F	1.3 \pm 0.44 ^{EF}	1.49 \pm 0.8 ^E
Cohesividad₆	2.49 \pm 0.62 ^C	2.53 \pm 0.68 ^C	3.09 \pm 0.96 ^C	2.3 \pm 0.46 ^C	8.78\pm1.88^A	2.5 \pm 1.13 ^C	2.49 \pm 0.48 ^C	2.49 \pm 0.67 ^C	5.54 \pm 3.29 ^B	2.71 \pm 1.81 ^C	2.59 \pm 1.36 ^C
Masticabilidad₆	2.8 \pm 0.59 ^F	3.45 \pm 0.84 ^{DE}	2.85 \pm 0.9 ^E	3.16 \pm 0.92 ^{DE}	8.48\pm2.17^A	3.41 \pm 1.05 ^{DE}	4 \pm 0.91 ^D	2.85 \pm 0.5 ^E	7.08 \pm 3.01 ^B	5.45 \pm 2.75 ^C	4.11 \pm 1.85 ^D
C.Humedad₆	2.97 \pm 0.78 ^D	2.37 \pm 0.78 ^D	2.79 \pm 0.86 ^D	2.09 \pm 0.75 ^D	7.06\pm1.47^A	2.47 \pm 1.1 ^D	5.32 \pm 1.27 ^B	2.4 \pm 0.68 ^D	3.91 \pm 2.18 ^C	4.78 \pm 2.42 ^{BC}	4 \pm 2.3 ^C
Adhesividad₉	3.14 \pm 0.56 ^{AB}	3.2 \pm 0.82 ^{AB}	2.9 \pm 0.74 ^B	3.4\pm0.83^A	1.75 \pm 1.32 ^C	2.86 \pm 0.89 ^B	1.61 \pm 0.54 ^{CD}	3.18 \pm 0.59 ^{AB}	1.26 \pm 0.45 ^{DE}	1.16 \pm 0.3 ^F	1.36 \pm 0.46 ^{CDE}
Cohesividad₉	2.55 \pm 0.66 ^C	2.45 \pm 0.59 ^C	3.09 \pm 1.09 ^C	2.41 \pm 0.58 ^C	9.05\pm1.78^A	2.65 \pm 1.25 ^C	2.5 \pm 0.67 ^C	2.51 \pm 0.83 ^C	4.93 \pm 2.92 ^B	2.87 \pm 1.99 ^C	2.45 \pm 1.15 ^C
Masticabilidad₉	2.7 \pm 0.7 ^F	3.12 \pm 0.65 ^{EF}	2.59 \pm 1.01 ^F	2.6 \pm 0.7 ^F	8.37\pm2.21^A	3 \pm 1.12 ^{EF}	3.8 \pm 0.79 ^{DE}	2.54 \pm 0.5 ^F	6.81 \pm 2.29 ^B	5.1 \pm 2.06 ^C	4.1 \pm 1.73 ^D
C.Humedad₉	3.47 \pm 0.74 ^{CD}	2.6 \pm 0.72 ^E	3.01 \pm 0.98 ^{CDE}	2.29 \pm 0.83 ^E	7.76\pm1.25^A	2.7 \pm 1.13 ^{DE}	5.04 \pm 1.16 ^B	2.71 \pm 0.83 ^{DE}	4.62 \pm 2.21 ^B	5.33 \pm 2.21 ^B	3.73 \pm 1.99 ^C
T. Partícula	2.6 \pm 1.01 ^D	6.04 \pm 1.14 ^B	2.72 \pm 0.98 ^D	4.72 \pm 1.35 ^C	2.23 \pm 1.91 ^D	3.09 \pm 0.91 ^D	4.66 \pm 1.54 ^C	2.49 \pm 0.62 ^D	7.08\pm2.09^A	6.29 \pm 2.04 ^{AB}	4.68 \pm 2.23 ^C
Adhesividad D	2.97 \pm 0.79 ^{AB}	2.95 \pm 1.15 ^{AB}	2.5 \pm 0.87 ^B	3.08 \pm 1.01 ^A	1.76 \pm 1.27 ^C	2.49 \pm 0.63 ^B	1.43 \pm 0.45 ^C	3.49\pm0.93^A	1.53 \pm 1.49 ^C	1.31 \pm 0.42 ^C	1.43 \pm 0.56 ^C
Cohesividad D	2.71 \pm 0.57 ^C	2.34 \pm 0.6 ^{CD}	2.87 \pm 1.22 ^C	2.33 \pm 0.72 ^{CD}	9.17\pm1.46^A	2.87 \pm 1.11 ^C	2.47 \pm 0.86 ^{CD}	2.59 \pm 0.56 ^{CD}	4.68 \pm 2.64 ^B	2.65 \pm 1.89 ^C	1.85 \pm 0.87 ^D
Masticabilidad D	3.06 \pm 0.83 ^{FG}	3.32 \pm 0.69 ^{EF}	2.65 \pm 0.79 ^G	3.74 \pm 0.93 ^{DEF}	9.8\pm0.33^A	3.9 \pm 0.94 ^{DE}	4.76 \pm 1.16 ^C	3.33 \pm 0.71 ^{EF}	6.51 \pm 2.49 ^B	5.11 \pm 2.08 ^D	4.31 \pm 2.21 ^{CD}
C. Humedad D	3.75 \pm 0.94 ^D	2.43 \pm 0.56 ^E	2.82 \pm 0.74 ^E	2.38 \pm 0.72 ^E	8.28\pm1.25^A	2.44 \pm 0.59 ^E	6.17 \pm 1.03 ^B	3.11 \pm 0.75 ^{DE}	3.77 \pm 2.11 ^D	5.22 \pm 2.26 ^C	3.84 \pm 2.08 ^D
T. partícula D *	2.74 \pm 0.96 ^D	5.5 \pm 1.23 ^B	2.77 \pm 1.09 ^D	4.25 \pm 0.95 ^C	1.7 \pm 1.4 ^E	3.51 \pm 1.16 ^{CD}	5.36 \pm 1.29 ^B	2.95 \pm 1.18 ^D	6.48\pm1.84^A	5.72 \pm 1.91 ^{AB}	4.32 \pm 2.02 ^C

ABCDEF^G Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras $\alpha=0.05$. Las letras en negritas son valores más altos obtenidos para cada atributo.

Nota: Valores con mayor calificación remarcada con negritas

Tabla 3.1. Diferencias entre atributos en distintos tiempos para cada producto

	Queso	Almendra	Mantecada	Cacahuete	Chicle	Melba	Zanahoria	Galleta	Control	Con sabor	Optocal	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Adhesividad6	Si	No	No	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No	Adhesividad 9
Cohesividad6	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Cohesividad9
Masticabilidad6	Si	No	Si	Si	No	No	No	Si	No	No	No	Masticabilidad9
C.Humedad6	No	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	C. Humedad 9
Adhesividad D	Si	No	No	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Adhesividad6
Cohesividad D	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Cohesividad6
Masticabilidad D	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	Masticabilidad6
C. Humedad D	Si	Si	No	Si	No	Si	No	No	No	No	No	C.Humedad6
Adhesividad 9	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	No	Adhesividad D
Cohesividad9	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	Cohesividad D
Masticabilidad9	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	Masticabilidad D
C. Humedad 9	No	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	No	C. Humedad D

Tabla. 3.1. 1 Promedios de los atributos a diferentes tiempos de masticacion

Cohesividad

Productos	Cohes6	Cohes9	Cohes D
Q	2.54 ^C	2.58 C	2.68 C
ALM	2.54 ^C	2.38 C	2.20 CD
MNTK	2.94 ^C	2.92 C	2.70 C
CACAH	2.32 C	2.42 C	2.28 CD
CH	8.66 A	8.96 A	9.10 A
PAN	2.44 C	2.58 C	2.78 C
ZNH	2.42 C	2.40 C	2.40 CD
GTA	2.36 C	2.34 C	2.58 C
S3	5.76 B	4.74 B	5.02 B
SS3	2.42 C	2.88 C	2.56 C
SFT3	2.82 C	2.68 C	1.70 D

MASTCIABILIDAD

Productos	Mast6	Mast9	Mast D
Q	2.80 E	2.76 F	3.08 FG
ALM	3.46 DE	3.08 EF	3.22 FG
MNTK	2.84 E	2.58 F	2.74 G
CACAH	3.16 DE	2.60 F	3.70 EFG
CH	8.72 A	8.56 A	9.72 A
PAN	3.44 DE	3.10 EF	3.92 DEF
ZNH	4.00 D	3.90 DE	4.68 CDE
GTA	2.90 E	2.54 F	3.24 FG
S3	7.22 B	6.56 B	6.82 B
SS3	5.40 C	5.40 C	5.26 C
SFT3	3.92 D	4.08 D	4.90 CD

Contenido de humedad

Productos	C.H6	C.H9	C.H D
Q	2.90 E	3.44 DE	3.76 D
ALM	2.28 E	2.44 F	2.38 G
MNTK	2.72 E	2.94 DEF	2.88 EFG
CACAH	2.22 E	2.32 F	2.38 G
CH	6.98 A	7.86 A	8.38 A
PAN	2.46 E	2.68 EF	2.48 FG
ZNH	5.34 B	4.94 BC	6.18 B
GTA	2.34 E	2.64 F	3.22 DEF
S3	3.92 CD	4.42 C	3.94 D
SS3	4.66 BC	5.44 B	5.04 C
SFT3	3.84 D	3.60 D	3.54 DE

*ABCDEF. Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los atributos a diferente tiempo $\alpha=0.05$

8.3.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

En la tabla 3.2 se muestra que para los alimentos y las siliconas evaluadas el atributo de elasticidad con el dedo está correlacionado en un 86% con el atributo de elasticidad en boca, esto indica que este atributo fue evaluado de forma similar con ambos métodos, mientras que la adhesividad en la sexta y novena masticación está correlacionado un 84%, lo que demuestra que la adhesividad en ambos ciclos masticatorios son directamente proporcionales. La cohesividad en la sexta masticación se correlaciona en un 71% con el atributo de masticabilidad en la sexta masticación, entonces mientras más cohesivo sea el alimento se necesitará más esfuerzo en la masticación, por otro lado, la cohesividad de la sexta y novena masticación se correlacionaron en un 77%, lo que indica que aumenta la intensidad en los dos ciclos. La masticabilidad en la novena masticación se correlacionó en un 62% con la cohesividad en la sexta masticación; a mayor cohesividad se tendrá un mayor grado del contenido de humedad. Por otro lado, se correlacionó positivamente la cohesividad y la masticabilidad en la evaluación de antes de la deglución en un 63% y 61% respectivamente.

La masticabilidad en la sexta y novena masticación se correlacionan 70% entre sí. La cohesividad en la novena masticación se correlacionó 57% con la masticabilidad en la sexta masticación. La cohesividad (Cohesividad D) y la masticación (Masticación D) antes de la deglución presentan un 59% correspondientemente con la masticabilidad en la 6ª masticación. Para los alimentos evaluados a mayor masticabilidad presentan mayor cohesividad y mayor contenido de humedad en el ciclo siguiente de masticación. El contenido de humedad en ambos ciclos masticatorios (sexta y noveno), se correlacionó en un 72%. Por último el contenido de humedad se correlacionó (59%) con la cohesividad al 9º ciclo. Al aumentar el contenido de humedad en la sexta masticación se vieron aumentados la cohesividad, la masticabilidad y con el contenido de humedad en la novena masticación.

La cohesividad al 9º ciclo, se correlacionó positivamente con la masticabilidad en el mismo ciclo (Masticabilidad 9) en un 67%, al igual que con el contenido de humedad (C.Humedad9) en un 53%. En los ciclos antes de la deglución, la cohesividad (Cohesividad D) se correlacionó con la cohesividad en el 9 ciclo en

un 62% y la masticación antes de la deglución (Masticación D) presentó una correlación positiva del 58%. Interpretando así que a mayor cohesividad durante la novena masticación, se obtendrá un aumento en el atributo de masticabilidad en los siguientes ciclos al igual que el contenido de humedad, haciendo que la masticabilidad y el contenido de humedad genere un bolo más cohesivo para su deglución.

El atributo de masticabilidad en la novena masticación (Masticabilidad 9) se correlacionó positivamente con el contenido de humedad del mismo ciclo (C.Humedad9) un 58%, la cohesividad antes de la deglución (Cohesividad D) con un 59% y la masticación antes de la deglución (Masticación D) con un 61%, reiterando lo antes mencionado. El contenido de humedad para la novena masticación (C.Humedad9) se correlacionó con atributos antes de la deglución, el contenido de humedad (C. Humedad D) en un 58%. Interpretándose que a mayor contenido de humedad en la novena masticación se obtendrá un bolo más cohesivo, más masticable y por ende un aumento en la percepción del contenido de humedad antes de la deglución. Se observa que la masticabilidad previo a deglutir el alimento esta correlacionado en un 72% con la cohesividad antes de deglutir la muestra, conforme aumente la masticación aumentará también la cohesividad en el alimento.

Tabla.3.2 Correlación entre los atributos sensoriales de textura de los alimentos y las siliconas evaluadas.

	E. Dedo	Dureza	E. boca	Adhesividad6	Cohesividad6	Masticabilidad6	C.Humedad6
E. Dedo	1						
Dureza	-0.302	1					
E. boca	0.865	-0.348	1				
Adhesividad6	0.018	-0.221	0.041	1			
Cohesividad6	0.063	-0.189	-0.007	-0.215	1		
Masticabilidad6	-0.015	0.103	-0.067	-0.382	0.709	1	
C.Humedad6	-0.008	0.040	0.060	-0.369	0.433	0.460	1
Adhesividad9	-0.009	-0.226	0.008	0.849	-0.199	-0.406	-0.399
Cohesividad9	-0.030	-0.203	-0.014	-0.189	0.770	0.575	0.501
Masticabilidad9	-0.113	0.050	-0.141	-0.408	0.617	0.702	0.551
C.Humedad9	-0.016	-0.024	-0.025	-0.392	0.523	0.519	0.720
T.Partícula	-0.088	0.580	-0.157	-0.285	-0.054	0.170	-0.028
Adhesividad D	-0.072	-0.141	-0.071	0.483	-0.211	-0.384	-0.393
Cohesividad D	-0.056	-0.262	-0.045	-0.219	0.633	0.533	0.474
Masticación D	-0.133	-0.075	-0.216	-0.365	0.615	0.591	0.416
C.Humedad D	-0.061	-0.030	-0.057	-0.393	0.416	0.471	0.592
T. partícula D	-0.177	0.532	-0.235	-0.228	-0.171	0.016	0.017

Nota: Los números marcados con negritas son valores arriba del 0.6

Tabla.3.2. (Continuación) Correlación entre los atributos sensoriales de textura de los alimentos y las siliconas evaluadas.

	Adhesividad9	Cohesividad9	Masticabilidad9	C.Humedad9	T.Partícula	Adhesividad D	Cohesividad D	Masticación D	C. Humedad D
Adhesividad9	1								
Cohesividad9	-0.158	1							
Masticabilidad9	-0.422	0.670	1						
C. Humedad9	-0.391	0.531	0.584	1					
T. partícula	-0.278	-0.070	0.141	-0.070	1				
Adhesividad D	0.520	-0.166	-0.400	-0.372	-0.205	1			
Cohesividad D	-0.221	0.624	0.587	0.505	-0.149	-0.080	1		
Masticación D	-0.405	0.579	0.611	0.541	0.029	-0.252	0.721	1	
C. Humedad D	-0.400	0.447	0.385	0.576	-0.062	-0.244	0.482	0.548	1
T. partícula D	-0.227	-0.222	0.117	-0.063	0.544	-0.262	-0.141	-0.055	-0.184

Nota: Los números marcados con negritas son valores arriba del 0.6

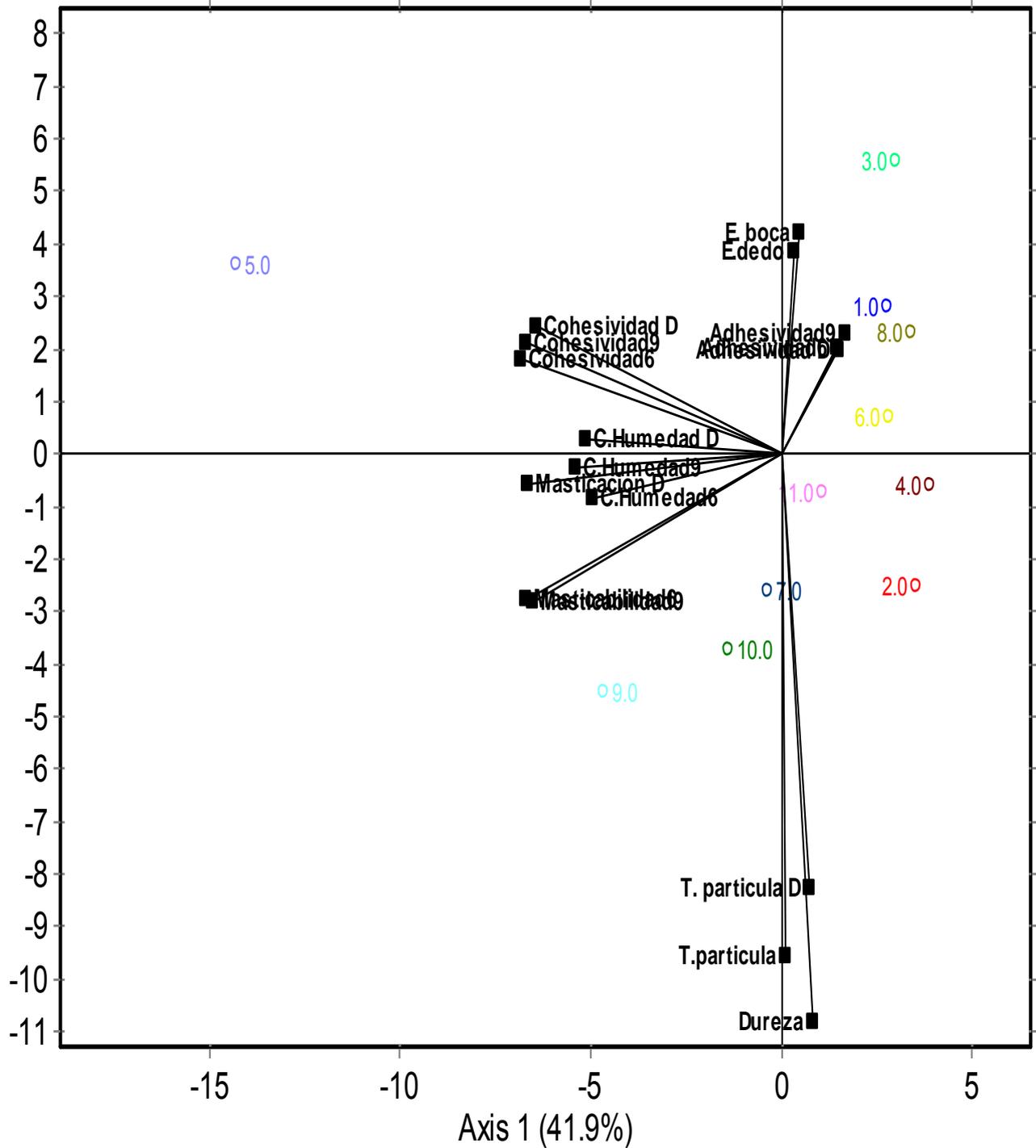
8.3.3. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

En la proyección de la figura 13 se visualiza que el 41.9% de la información total está representada por el primer eje, y el 16.9% por el segundo, lo que nos da una representación acumulada del 58.8% del total de la variación de los datos. El porcentaje en cada una de las dimensiones 3 a 17 (41.2%) que puede descartarse para visualizar los datos solo en dos dimensiones.

Los descriptores más importantes en esta evaluación son el tamaño de partícula antes de deglutir en la cavidad bucal y la percepción atrás de la lengua, al igual que la dureza. Los atributos con menos importancia son la adhesividad y la elasticidad, que se pueden observar como los vectores más cortos en la proyección. En el primer cuadrante los productos se definen por los atributos de elasticidad en dedo y en boca y las adhesividades en los tres ciclos evaluados. El alimento 3 (mantecada) es definido por la elasticidad tanto en dedo como en boca, para los alimentos queso (1), galleta (8) y pan melba (6) el atributo que más los caracteriza es la adhesividad. En el segundo cuadrante el alimento 5 (chicle) es caracterizado por la mayor intensidad en la cohesividad y el contenido de humedad antes de deglutir. Los alimentos silicona control (9) y silicona con sabor (10) se aprecian en el tercer cuadrante de la proyección con los atributos que más los caracterizan que son la masticabilidad en los 3 ciclos evaluados y el contenido de humedad, teniendo con mayor intensidad el atributo de masticabilidad. Para el cuarto cuadrante de la proyección los alimentos optocal(11), almendra (2), cacahuate (4) y el zanahoria (7) son enfatizados por los atributos de tamaño de partícula y la dureza, observando también por la dirección opuesta de los vectores que no son alimentos cohesivos y de contenido de humedad bajo antes de deglutir.

Se observa también que no existe diferencia en los atributos evaluados a diferentes tiempos.

Aperence s/c
P.C.A. of means Pdt./Att.
Plane 1 - 2 BiPlot constant: 18.80558

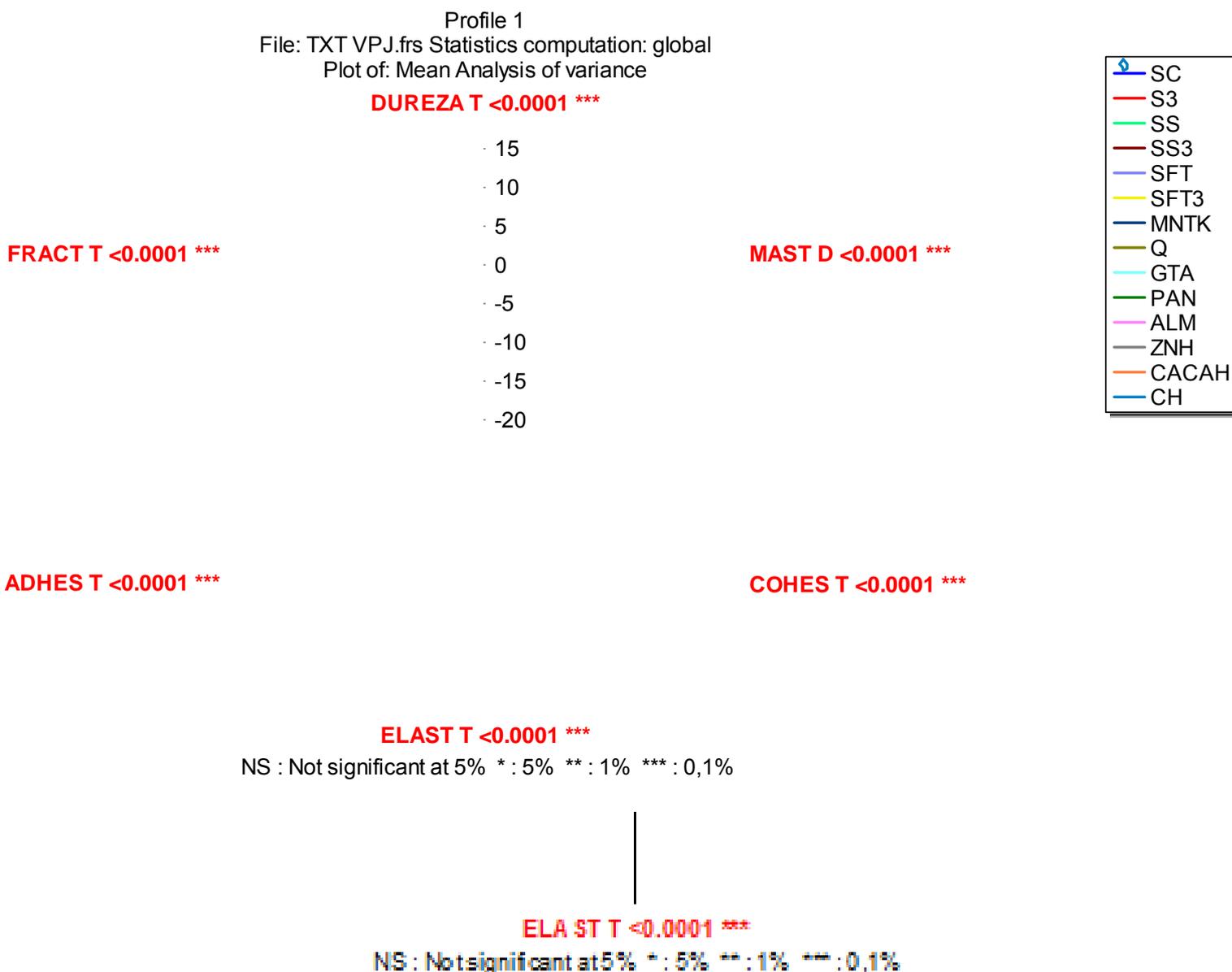


principales de textura los productos evaluados.

Queso (1.0), almendra (2.0), mantecada (3.0), cacahuete (4.0), chicle (5.0), pan melba (6.0), zanahoria (7.0), galleta (8.0), silicona control (9), silicona con sabor (10) y silicona optocal (11)

8.4. INSTRUMENTAL

A continuación se muestra en la grafica 2 la representación radial de los atributos evaluados instrumentalmente, en los que observan que entre todos los atributos existe diferencia; el atributo más homogéneo de las muestras evaluadas se observa que es la dureza, Para tener un mejor análisis se realizó el análisis de



Grafica 2. Atributos de textura evaluados instrumentalmente empleando la prueba DMS al 5%. El orden va en contra de las manecillas del reloj comenzando por el atributo Dureza T.

*DUREZA t- dureza, *FRACT T-fracturabilidad,*ADHES T- adhesividad, *ELAST T-elasticidad, *COHES T-cohesividad, *MAST T-masticabilidad.

Tabla. 4. Promedio de los valores de textura de la evaluación instrumental.

	SC	S3	SS	SS3	SFT	SFT3	MNTK	Q	GTA	PAN	ALM	ZNH	CACAH	CH
DUREZA T (Kg)	15.82±7.78 ^A	0.16±0.05 ^F	15.62± 0.5 ^A	14.72±0.58 ^{AB}	9.26±0.6 ^{CD}	7.08±0.76 ^{DE}	0.12±0.04 ^F	10.34±1.69 ^{CD}	12.74±0.8 ^{ABC}	10.56±4.28 ^{CD}	5.46±1.48 ^E	16.18±4.57 ^A	1.08±0.51 ^F	11.68±1.39 ^{BC}
FRACT T(Kg)	0 ^C	SM	0 ^C	0 ^C	0 ^C	0 ^C	0 ^C	8.7±1.19 ^A	4.52±2.95 ^B	0.44±0.83 ^C	0.78±1.74 ^C	0 ^C	0.04±0.09 ^C	0 ^C
ADHES T(g)	-2.26±1.04 ^A	SM	0 ^A	-0.12±0.27 ^A	-0.14±0.31 ^A	0 ^A	-14.44±3.91 ^B	-13.18 ±17.4 ^B	-0.02±0.04 ^A	-0.04±0.09 ^A	-0.06±0.05 ^A	-0.08 ±0.13 ^A	-0.02±0.04 ^A	-14.9±4.63 ^B
ELAST T(g)	0.92±0.13 ^C	SM	5.08±2.32 ^A	3.52±2.28 ^B	2.86±2.13 ^B	1.12±0.22 ^C	0.9±0.07 ^C	0.56±0.09 ^C	0.74±0.11 ^C	0.78±0.13 ^C	0.92±0.04 ^C	0.78±0.04 ^C	0.38±0.38 ^C	0.58±0.08 ^C
COHES T(g)	0.92±0.18 ^{AB}	SM	0.9±0.22 ^{ABC}	1 ^A	0.9 ^{ABC}	0.94±0.05 ^{AB}	0.76±0.05 ^{DE}	0.24±0.05 ^F	0.78±0.04 ^{CDE}	0.86±0.05 ^{BCD}	0.86±0.05 ^{BCD}	0.76±0.05 ^{DE}	0.18±0.18 ^F	0.7±0.07 ^E
MAST T(Kg)	1.5±0.8 ^{BC}	SM	6.74±3.37 ^A	5.08±3.37 ^A	2.5±1.97 ^B	0.78±0.24 ^{BC}	0 ^C	0.14±0.05 ^C	0.74±0.15 ^{BC}	0.72±0.26 ^C	0.42±0.13 ^C	0.9±0.29 ^{BC}	0.22±0.49 ^B	0.5±0.14 ^C

* ABCDEFG Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras $\alpha=0.05$

SM→ Sin medición

SC (silicona completa), SS (silicona con sabor completa), SFT (silicona optocal completa), S3 (silicona control corte en 3), SS3 (silicona con sabor corte en 3), SFT3 (silicona optocal corte en 3).

8.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.

En la tabla 4 se muestra los promedios del análisis de mínimos cuadrados de la evaluación instrumental de los ocho alimentos y las 3 siliconas enteras y fraccionadas en 3/4, que cabe mencionar es la forma en la que se utilizan en pruebas de función masticatoria por lo que así dieron las siliconas al grupo de jueces. El alimento que presentó un mayor grado de dureza instrumental fue la zanahoria (ZNH 16.18), presentándose así las siliconas como productos con alta dureza, en las tabletas completas silicona control (SC 15.82), silicona con sabor (SS 15.62) tabletas en 3/4 silicona con sabor (SS3 14.72). Haciendo la comparación se puede ver ligero cambio al ser evaluadas enteras y en 3/4, aunque para la silicona control si se observa diferencia significativa entre la silicona completa (SC) y la silicona en $\frac{3}{4}$ (S3). En el trabajo de Olthoff (1986) se aporta que la silicona Optosil es más dura que la zanahoria, aunque las muestras utilizadas en ese estudio fueron diferentes a las empleadas en este trabajo. Se observó que la fuerza utilizada al 20 % de compresión (mismo porcentaje aplicado en la medición de este trabajo) se encuentran muy cercano a la fuerza de la zanahoria con la silicona; no encontrando diferencia significativa en este ensayo. La galleta (GTA 12.74) comparte ligeramente la característica de alta dureza de las muestras ya mencionadas; Mahesh (2011) en su trabajo estipula que la dureza de la galleta se deba por la interacción de las proteínas y el almidón de la unión del hidrógeno, al igual el chicle (CH 11.68) comparte características con la galleta y la silicona con sabor en $\frac{3}{4}$ (SS3), siendo productos completamente diferentes sensorialmente. Esto muestra que al no intervenir la saliva o la humedad en estas mediciones la dureza instrumental es similar en algunos casos como ya lo mencionamos. Los alimentos que le siguen son es el queso (Q 10.34) que tiene similitudes con el pan melba (PAN 10.54), la silicona optocal (SFT 9.26) siendo diferente a las demás siliconas se muestra instrumentalmente con menos dureza que la silicona control y la silicona con sabor, lo cual rectifica que es la silicona optocal mas suave para personas que carecen de algunas piezas dentales y por su composición es menos dura, menos elástica y menos resistente a la deformación (Pocztaruk et. al., 2008).

El alimentos con menos dureza son la mantecada (MNTK 0.12) al ser un alimento de panificación y con un alto contenido de grasa (21%) lo que hace más suave el alimento, compartiendo características con el cacahuate (CACAH 1.08)y

la silicona control (S3 0.16) y se observa que la silicona en $\frac{3}{4}$ presenta el otro extremo de la dureza en comparación de la medición con la tableta entera al igual se presenta al cacahuete con una dureza menor, esto se considera el tamaño de muestra al ser evaluada. El resultado del cacahuete es característico, que se dio debido a que la muestra evaluada al aumentar la actividad del agua, hace que disminuye la dureza (Lee & Resurrección, 2004). En el atributo de fracturabilidad (FRACT T) la silicona con sabor (SS SS3), silicona control (SC, S3), silicona optocal (SFT, SFT3), la mantecada (MNTK), el chicle (CH) y la zanahoria (ZNH), en el caso de de la mantecada no es un producto duro, lo que se diferencia de los otros productos que no presentaron el atributo, esto fue debido a que la mantecada al ser comprimida con la sonda al ser su trayectoria hacia abajo lo que hace que la mantecada se comprima y no se fracture. Para los demás productos ya mencionados se encuentran con una alta dureza, lo cual el porcentaje de compresión de la sonda no fue la necesaria para ocasionar la fractura, no se incluye el chicle ya que este es un alimento elástico, cabe mencionar que en esta evaluación los alimentos se mantienen sin humedad alguna, factor que interviene en la evaluación sensorial de los alimentos. El alimento con mayor fracturabilidad (FRAC T) es el queso (Q 8.71), seguido de la galleta (GTA 4.52), una medición muy similar la que presenta Mahesh (2011) en su trabajo con galletas, al obtener una fracturabilidad de 4.9, validando que la galleta es un alimento moderadamente fracturable y el pan melba (PAN) como la almendra (ALM) presentan similitud en el atributo.

Para la adhesividad instrumental (ADHES T) se tiene que los valores más negativos nos dirá que el producto es de mayor grado de adhesividad lo cual el alimento con una alta adhesividad es el chicle (CH -14.9) le sigue la mantecada (MNTK -14.44) y por último el queso (Q -13.18), una característica de la mantecada y el queso es que son alimentos con un alto contenido de grasa, aunque el queso presentaría el más alto debido a que es un alimento lácteo que presenta un 37.5 % de grasa a comparación de la mantecada 21%. Los demás productos silicona control, silicona con sabor, silicona optocal, galleta pan melba, almendra, zanahoria, cacahuete, presentan una adhesividad muy baja.

La silicona con sabor completa (SS 5.08) presenta una elasticidad alta en comparación con los demás productos, se encuentra diferencia con la medición

de la silicona con sabor en 3/4 (SS3). Los productos que presentan una elasticidad media son la silicona con sabor en 3/4 (SS3 3.52) y la silicona optocal (SFT 2.86). El alimento con menor elasticidad fue el cacahuete (CACAH 0.38), compartiendo similitudes con los alimentos restantes (MNT 0.9, SC 0.92, SFT3 1.12, GTA 0.74, PAN 0.78, ALM 0.92, ZNH 0.78 Y CH 0.58) presentando una adhesividad baja. No interviniendo la saliva, los alimentos secos como el pan la galleta y la mantecada se perciben así.

La cohesividad es un atributo el cual está relacionado con la elasticidad (Loredo & Guerrero, 2011), el alimento con un alto valor de cohesividad fue la silicona con sabor en 3/4 (SS3 1) y no presenta diferencia significativa con las silicona optocal en 3/4 (SFT3), la silicona con sabor entera (SS) y la silicona control entera (SC), teniendo en cuenta que el material utilizado es silicona (Van der Glas et al, 2011), lo cual en la valoración instrumental este presentara una alta cohesividad. El alimento con menos cohesividad instrumental fue el cacahuete (CACAH 0.18) que al ser una semilla, un alimento seco, presenta menos elasticidad y por ende menor cohesividad. Así mismo no se encuentran diferencias significativas con el queso (Q) que comparte similitudes en el atributo de elasticidad con el cacahuete.

La masticabilidad instrumental (MAST T) presenta el mayor valor para la silicona con sabor entera (SS 6.74) y la silicona con sabor en 3/4 (SS3 5.08), reiterando que son un material para realizar pruebas de desempeño masticatorio. Teniendo ausencia de este atributo la mantecada (MNTK) debido a su alto contenido de grasa. El queso (Q 0.14) fue el alimento con un bajo valor del atributo y se sabe que mientras más grasa contenga el alimento será más fácil masticarlo y deglutirlo (Engelen, et. al., 2005).

8.4.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE ATRIBUTOS EN EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.

En la Tabla 4.1 se puede observar la correlación de atributos para la evaluación instrumental. La dureza (DUREZA T) se correlaciona positivamente en un 57% con la cohesividad (COHES T), teniendo que a medida que un alimento presente un alto grado de dureza también presentará una alta cohesividad. La masticabilidad (MAST T).

El atributo de elasticidad (ELAST T) se correlaciona positivamente 52% con el atributo de cohesividad (COHES T); un alimento con mayor elasticidad, esté presentará mayor cohesividad (García, et. al., 2011). A su vez la misma elasticidad se correlaciona con la masticabilidad (MAST T) 97%, como se puede con el chicle, el cual al ser un alimento que presenta elasticidad, es altamente masticable.

Tabla. 4.1 Correlación de los atributos instrumentales.

	DUREZA T	FRACT T	ADHES T	ELAST T	COHES T	MAST T
DUREZA T	1					
FRACT T	0.113	1				
ADHES T	0.156	-0.349	1			
ELAST T	0.463	-0.225	0.269	1		
COHES T	0.574	-0.334	0.188	0.524	1	
MAST D	0.565	-0.233	0.322	0.970	0.489	1

Nota: Los números en negritas son valores que se analizan

8.4.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP) INSTRUMENTAL.

En la figura 13 se muestra la proyección bidimensional del análisis de componentes principales (ACP) de los diferentes productos evaluados. El eje horizontal representa la máxima variación de la configuración de los datos que en este caso explica el 51.8% de la misma, mientras que el eje vertical representa la segunda variación más grande y justifica el 37% de la información. Los atributos que se encuentren en el mismo cuadrante tienen una correlación positiva y los que se encuentran en cuadrantes opuestos tienen correlación negativa. Los productos que se encuentren cercanos entre sí tendrán características similares, así como la silicona control, silicona sabor (SS), silicona con sabor 3/4 (SS3) y la zanahoria (ZNH), al igual que la galleta (GTA), que presentan un alto grado de dureza (DUREZA T), masticabilidad (MAS T). Aunque el cacahuate (CACAH) y la almendra (ALM) son alimentos con una superficie dura, se presentaron a la inversa del atributo, esto pudo ser un error de medición ya que son alimentos pequeños, y la superficie de contacto es de un área reducida. Las siliconas fueron medidas en tabletas enteras y en 3/4 del total de la silicona, observándose que la silicona con sabor no es diferente; al contrario de la silicona control en donde la medición de 3/4 se encuentra en el cuadrante opuesto, refiriendo que se pierde este atributo al cortarlo y colocar solamente 3/4 para la evaluación instrumental, lo cual se asemeja a la cantidad que el grupo de jueces introduce en su boca. Aquellos productos en los que la adhesividad es su principal atributo fueron el pan melba (PAN), la silicona optocal (SFT) y la silicona optocal 3/4 (SFT3). Sin embargo, no se tiene la misma percepción de la adhesividad en una superficie plana como en la que viene la sonda del texturómetro a la adhesividad en los dientes que es una superficie irregular y que fue el modo de evaluar el atributo con el grupo de jueces entrenados. Los alimentos como el chicle (CH), el queso (Q) y la mantecada (MNTK) presentan la fracturabilidad (FRACT T) como atributo característico. Sin embargo, el chicle no debe presentar este atributo por su composición.

P.C.A. of means Pdt./Att.
Plane 1 - 2 BiPlot constant: 14.21266

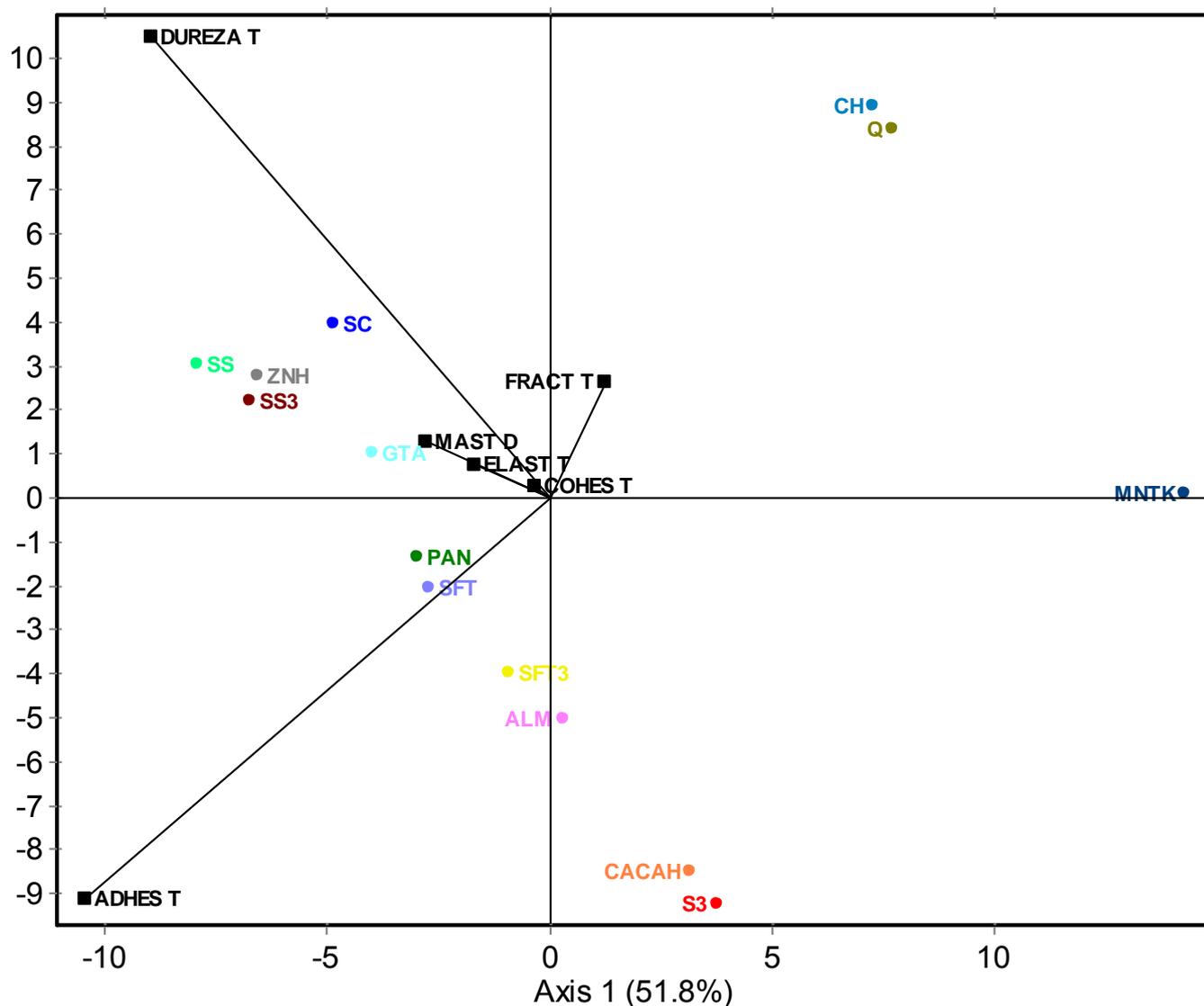


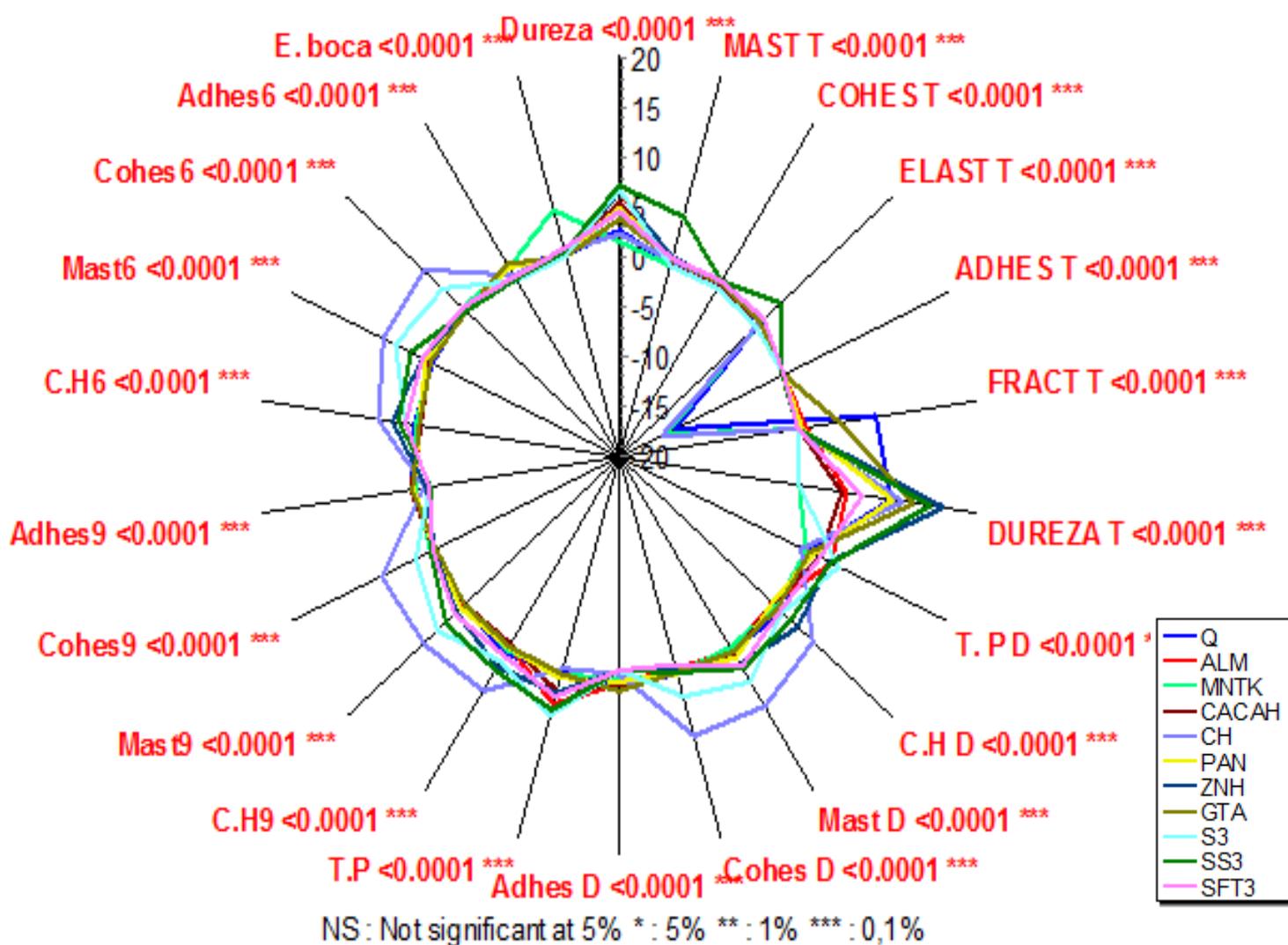
Figura. 13. Proyección bidimensional del análisis de componentes principales de textura de los productos en evaluación instrumental.

*Q-queso,*ALM-almendra,*MNTK-mantecada,*CACAH-cacahuate, *CH-chicle,*PAN-pan melba,*ZNH-zanahoria,*GTA-galleta,*SC-silicona control,*S3 silicona control en $\frac{3}{4}$,*SS-silicona con sabor,*SS3-silicona con sabor en $\frac{3}{4}$,*SFT-silicona optocal,*SFT3-silicona optocal en $\frac{3}{4}$.

*DUREZA T-dureza, *MAST-masticabilidad,*ADHES-adhesividad,*COHES-cohesividad,*ELAST-elasticidad,*FRACT-fracturabilidad, ELAST-elasticidad.

8.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA COMPARACIÓN SENSORIAL CON LA EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.

En la grafica 3 se observan las gráficas de araña de los atributos instrumentales y sensoriales que se evaluaron en el proyecto, en las cuales se incluyen los 8 alimentos y las 3 siliconas. Comparando los atributos de textura a diferentes tiempos de masticación y a su vez con los atributos evaluados instrumentalmente; donde se encuentra que para todos los atributos de textura, tanto sensorial e instrumental existen diferencias significativas ($p < 0.05$), con lo cual se tratará de explicar cada alimento en cada tiempo y atributo.



Grafica 3. Atributos de textura de la comparación de la evaluación sensorial y la evaluación instrumental. Empleando la prueba LSD al 5%. El orden va en contra de las manecillas del reloj comenzando por el atributo Dureza.

*Dureza- dureza sensorial*E. boca- elasticidad en boca, *Adhes 6- adhesividad en la sexta masticación, *Cohes 6- cohesividad en la sexta masticación, *Mast 6- masticabilidad en la sexta masticación, *C-H. 6-contenido de humedad en la sexta masticación, *Adhes 9- adhesividad en la novena masticación, *Cohes 9- cohesividad en la novena masticación, *C.H 9- contenido de humedad en la novena masticación, *T.P- tamaño de partícula, *ADHES D- adhesividad antes de la deglución, *Cohes D- cohesividad antes de la deglución, *Mast D- masticabilidad antes de la deglución, *C.H. D- contenido de humedad antes de la deglución, *T.P D- tamaño de partícula antes de la deglución, *DUREZA T- dureza instrumental, *FRACT T- fracturabilidad instrumental, *ADHES T- adhesividad instrumental, *ELAST T- elasticidad instrumental, *COHES T- cohesividad instrumental, *MAST T- masticabilidad instrumental.

8.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL CON LA EVALUACIÓN INSTRUMENTAL.

Se llevó a cabo el análisis de DMS para conocer entre qué atributos existe diferencia significativa con un nivel de confianza del 5%. En la tabla 5 se muestran los promedios de las diferencias de mínimos cuadrados de cada producto en relación a cada atributo evaluado. Se encuentra que en la dureza sensorial la silicona con sabor (SS3 7.2) fue el de mayor rango, observando que en la medición instrumental el alimento con mayor dureza fue la zanahoria (ZNH) que también presenta el grado mayor de dureza sensorial y en segundo lugar la silicona con sabor (SS3), teniendo que la relación sensorial con la instrumental en el atributo de la dureza en estos productos es semejante. Aunque para la silicona control (S3) en lo instrumental presenta una menor medición, indicando que instrumentalmente la silicona es muy suave. Yuan & Chang (2006) correlacionaron la dureza y la elasticidad del tofu con parámetros sensoriales y encontraron una correlación con lo instrumental, así como para la zanahoria y las siliconas es evidente la correlación entre lo sensorial y lo instrumental; más adelante se confirma sobre el atributo de elasticidad.

Van der Bilt (2007) demuestra que la silicona Optosil necesita mayor fuerza que la zanahoria y el cacahuate para triturarse; demostrando en los resultados que en la dureza instrumental y sensorial obedece a este criterio.

En la medición instrumental la galleta de igual forma presenta una mayor dureza, lo cual muestra diferencia en la evaluación sensorial

la silicona control (S3), al contrario de la silicona que optocal (SFT3) si presenta diferencia que es lo esperado debido a que es una silicona más suave.

Se tiene a la mantecada (MNTK 1.54) con el valor más bajo, ya que es un producto de panificación y con un alto contenido de grasa (aceite y manteca vegetal), lo que la evaluación instrumental nos afirma que es el alimento con menor grado de dureza haciendo una comparación con todos los productos evaluados. La mantecada es el único alimento que se relaciona con la dureza sensorial y la dureza instrumental de acuerdo a la clasificación de Xiaomei (2011), en donde relaciona la escala sensorial del 1 al 6 obtiene un valor de 100g a 400g de fuerza en la medición instrumental.

Para la elasticidad sensorial, el alimento con mayor elasticidad fue la mantecada (MNTK 5.82), presentando anteriormente el de menor dureza, y el de menor grado fueron la galleta GTA, zanahoria ZNH, cacahuate CACAH, almendra ALM y la silicona control S3. Instrumentalmente la silicona con sabor (SS3) presenta un mayor grado de elasticidad, cabe mencionar que la evaluación se hizo haciendo presión al alimento entre el paladar y la lengua, y el de menor grado el cacahuate CACAH, no teniendo diferencia entre lo sensorial y lo instrumental al igual que el pan melba (PAN) y la silicona de sabor (SS3), para los demás productos si se encuentra la diferencia entre las evaluaciones. Los demás productos si hay diferencia.

La adhesividad instrumental con mayor valor fue para la silicona optocal (SFT3) compartiendo característica con almendra(ALM), cacahuate (CACAH), pan melba (PAN), zanahoria(ZNH) y galleta (GTA),comparando con las adhesividades en diferentes tiempos sensorialmente, el cacahuate presenta adhesividades altas en la 6ª, 9ª y antes de la deglución, teniendo diferencia con el último ciclo en la parte instrumental. La galleta (GTA), el cacahuate (CACAH), no presenta diferencia en lo sensorial e instrumental, un criterio que Hiimae & Palmer (1999) demuestran que no se encuentra diferencias al masticar estos dos productos. Lo cual la interacción de la saliva y la manipulación del bolo al formarse conforme aumenta el número de masticaciones sin embargo se mantienen en el grupo de alimentos más adhesivos. La almendra (ALM) solo muestra diferencia entre el ciclo antes de la deglución y lo instrumental; en el caso del pan melba (PAN) la adhesividad 9 no existe diferencia, aunque en los tiempos evaluados y lo instrumental se mantiene en el grupo de los más adhesivos. Al contrario de la zanahoria (ZNH) este si presenta diferencia en todos los tiempos y lo instrumental, debido que la zanahoria contiene agua retenida entre las paredes celulares del vegetal y al ser masticados se libera percibiéndose una adhesividad distinta La silicona optocal (SFT3) presenta diferencia entre lo sensorial y lo instrumental, ya que la saliva interviene al juntar las partículas trituradas.

La forma de evaluación de la cohesividad fue la siguiente: medida del grado en que la masa de la muestra permanece unida a medida que avanza la masticación; un factor que interviene es la manipulación y el flujo de la saliva (Hiimae & Palmer 1999) como se puede observar en el chicle (CH) que al no tener la

interacción de lo mencionado, la encontrando diferencias entre lo sensorial y lo instrumental. Presentando en la evaluación instrumental como producto con mayor valor de cohesividad la silicona con sabor (SS3) compartiendo similitud con la silicona optocal (SFT) y al hacer el análisis estadístico se encuentra diferencia entre la evaluación sensorial y la instrumental de la silicona con sabor y la silicona optocal (SFT), no teniendo comparación con la silicona control ya que no presenta valor registrado. El queso (Q) y el cacahuate registraron valores mínimos encontrando diferencia entre lo sensorial y lo instrumental, aunque se muestra que mantienen una baja cohesividad sensorial en todos los ciclos evaluados al igual que la evaluación instrumental.

Para la almendra, mantecada, zanahoria, pan melba no muestran diferencia alguna entre la evaluación sensorial y lo instrumental. En la masticabilidad el de mayor rango es por mucho la silicona con sabor (SS3) teniendo diferencia significativa con la masticabilidad sensorial en todos sus ciclos. El único atributo que no presenta masticabilidad en la mantecada, esto pudo errarse debido al tamaño de muestra evaluado.

En contraste con lo sensorial, el chicle (CH) es el alimento con un mayor grado de masticabilidad en todos los ciclos evaluados, presentando un valor menor en la evaluación instrumental al igual que el queso (Q), teniendo diferencia significativa los dos alimentos con la evaluación sensorial, interviniendo el factor de la saliva y el número de masticaciones al evaluar dichos alimentos instrumentalmente.

Para la fracturabilidad instrumental los siguientes productos no presentaron el atributo; mantecada (MNTK), chicle (CH), zanahoria (ZNH), silicona con sabor(SS3) y silicona optocal(SFT3) haciendo la comparación con la dureza sensorial (Dureza) se tiene que al obtener un valor alto en este atributo a su vez se tendrá un valor de fracturabilidad instrumental (FRACT T) menor o valores nulos, como es el caso de la zanahoria y la silicona de sabor que presentan valores mayores en la dureza sensorial. En el caso de la mantecada presenta una dureza sensorial baja por su alto contenido de grasa. El queso (Q) es el alimento con un valor alto de fracturabilidad instrumental obteniendo valores bajos en la dureza sensorial.

Tabla 5 DMS Evaluación sensorial y evaluación instrumental.

	Q	ALM	MNTK	CACAH	CH	PAN	ZNH	GTA	S3	SS3	SFT3
Dureza	2.78± 0.48 ^E	6.6 ±0.23 ^A	1.54± 0.15 ^F	5.62± 0.65 ^B	2.34± 0.21 ^{EF}	5.04± 0.48 ^{BC}	6.6± 0.22 ^A	3.92± 0.59 ^D	6.84± 0.43 ^A	7.2± 1.65^A	4.56±0.57 ^{CD}
E. boca	1.22± 0.23 ^{BC}	1.02± 0.04 ^C	5.82± 0.82^A	1± 0 ^C	1.56± 0.36 ^{BC}	1.06± 0.13 ^C	1± 0 ^C	1 ^C	1.04 ±0.05 ^C	1.48± 0.78 ^{BC}	1.78 0.95 ^B
Adhes 6	2.68± 0.41 ^{AB}	2.9± 0.38 ^{AB}	2.56± 0.47 ^B	3.08± 0.42^A	1.64± 0.18 ^C	2.54± 0.46 ^B	1.52± 0.16 ^C	3± 0.34^A	1.04± 0.05 ^D	1.24± 0.18 ^{CD}	1.42±0.31 ^{CD}
Cohes 6	2.54 ±0.3 ^C	2.54± 0.18 ^C	2.94± 0.5 ^C	2.32 ±0.18 ^C	8.66± 0.82^A	2.44± 0.49 ^C	2.42 ±0.24 ^C	2.36± 0.48 ^C	5.76± 0.83 ^B	2.42± 1.4 ^C	2.8±2 1 ^C
Mast 6	2.8± 0.16 ^E	3.46±0.17 ^{DE}	2.84± 0.11 ^E	3.16±0.43 ^{DE}	8.72±0.9^A	3.44± 0.47 ^{DE}	4± 0.44 ^D	2.9± 0.32 ^E	7.22± 1.39 ^B	5.4± 1.12 ^C	3.92± 0.78 ^D
C.H 6	2.9± 0.34 ^E	2.28±0.39 ^E	2.72±0.45 ^E	2.22±0.39 ^E	6.98± 0.68^A	2.46±0.49 ^E	5.34± 0.55 ^B	2.34±0.23 ^E	3.92± 0.7 ^{CD}	4.66± 0.69 ^{BC}	3.84 ±1.28 ^D
Adhes 9	3.16± 0.18 ^{AB}	3.12±0.37 ^{AB}	2.76±0.36 ^B	3.32± 0.58^A	1.74± 0.32 ^C	2.94 ±0.48 ^{AB}	1.6± 0.24 ^C	3.14± 0.35 ^{AB}	1.32±0.28 ^{CD}	1.12± 0.16 ^D	1.3 ±0.27 ^{CD}
Cohes 9	2.58± 0.22 ^C	2.38± 0.26 ^C	2.92± 0.54 ^C	2.42± 0.19 ^C	8.96 ±0.57^A	2.58± 0.7 ^C	2.4± 0.35 ^C	2.34± 0.55 ^C	4.74±1.72 ^B	2.88 ±0.78 ^C	2.68± 0.86 ^C
Mast 9	2.76 ±0.27 ^F	3.08±0.31 ^{EF}	2.58± 0.18 ^F	2.6± 0.34 ^F	8.56 ±0.57^A	3.1± 0.51 ^{EF}	3.9± 0.54 ^{DE}	2.54± 0.27 ^F	6.56±1.78 ^B	5.4± 1.23 ^C	4.08± 0.43 ^D
C.H 9	3.44± 0.34 ^{DE}	2.44 ±0.48 ^F	2.94±0.5 ^{DEF}	2.32± 0.15 ^F	7.86± 0.7^A	2.68± 0.45 ^{EF}	4.94±0.46 ^{BC}	2.64 ±0.15 ^F	4.42±1.28 ^C	5.44± 0.55 ^B	3.6± 0.7 ^D
T. P	2.54 ±0.67 ^E	5.82±0.75 ^{BC}	2.62 ±0.38 ^E	4.56± 0.8 ^D	2.02± 1.4 ^E	3± 0.46 ^E	4.68± 0.33 ^D	2.7±0.69 ^E	7.02±0.97^A	6.4± 1.02 ^{AB}	5.02±1.32 ^{CD}
Adhes D	2.92± 0.42 ^B	2.76±0.6 ^{BC}	2.4± 0.28 ^C	2.94±0.45 ^{AB}	1.82±0.53 ^D	2.48±0.16 ^{BC}	1.4±0.26 ^D	3.44 ±0.29^A	1.48±0.64 ^D	1.42±0.36 ^D	1.42± 0.11 ^D
Cohes D	2.68 ±0.29 ^C	2.2 ±0.51 ^{CD}	2.7± 0.57 ^C	2.28±0.31 ^{CD}	9.1± 0.38^A	2.78± 0.5 ^C	2.4±0.35 ^{CD}	2.58± 0.16 ^C	5.02±1.02 ^B	2.56 ±1.03 ^C	1.7±0.62 ^D
Mast D	3.08±0.43 ^{FG}	3.22±0.36 ^{FG}	2.74±0.47 ^G	3.7±0.28 ^{EFG}	9.72±0.22^A	3.92±0.45 ^{DEF}	4.68±0.47 ^{CDE}	3.24±0.48 ^{FG}	6.82±1.25 ^B	5.26±1.07 ^C	4.9± 1.83 ^{CD}
C.H D	3.76±0.17 ^D	2.38±0.26 ^G	2.88±0.24 ^{EFG}	2.38± 0.33 ^G	8.38±0.33^A	2.48± 0.33 ^{FG}	6.18±0.41 ^B	3.22±0.45 ^{DEF}	3.94±0.63 ^D	5.04±1.4 ^C	3.54±1.15 ^{DE}
T.P D	2.84± 0.43 ^{DE}	5.8± 1.12 ^{AB}	2.7± 0.2 ^{DE}	4.4± 0.66 ^C	2.06±1.27 ^E	3.62± 0.52 ^{CD}	5.5± 0.66 ^B	3.2 ±0.86 ^D	6.6± 0.62^A	5.62± 0.99 ^{AB}	4.4± 1.09 ^C
DUREZA T(Kg)	10.34±1.69 ^{CD}	5.46±1.48 ^E	0.12±0.04 ^F	4.76± 8.31 ^E	11.68±1.39 ^{BC}	10.56±4.28 ^{CD}	16.18±4.57^A	12.74±0.8 ^{ABC}	0.16±0.05 ^F	14.72±0.58 ^{AB}	7.08±0.76 ^{DE}
FRACT T(Kg)	8.7± 1.19^A	0.78± 1.74 ^C	0 ^C	0.04± 0.09 ^C	0 ^C	0.44± 0.83 ^C	0 ^C	4.52±2.95 ^B	SM	0 ^C	0 ^C
ADHES T(g)	-13.18±17.4 ^B	-0.06± 0.05 ^A	-14.44±3.91 ^B	-0.02± 0.04 ^A	-14.9±4.63 ^B	-0.04±0.09 ^A	-0.08± 0.13 ^A	-0.02±0.04 ^A	SM	-0.12±0.27 ^A	0 ^A
ELAST T(g)	0.56±0.09 ^{BC}	0.92± 0.04 ^B	0.9± 0.07 ^B	0.54±0.34 ^{BC}	0.58±0.08 ^{BC}	0.78±0.13 ^{BC}	0.78±0.04 ^{BC}	0.74±0.11 ^{BC}	SM	3.52± 2.28^A	1.12±0.22 ^B
COHES T(g)	0.24± 0.05 ^E	0.86±0.05 ^{BC}	0.76± 0.05 ^{CD}	0.34± 0.3 ^E	0.7± 0.07 ^D	0.86±0.05 ^{BC}	0.76±0.05 ^{CD}	0.78±0.04 ^{CD}	SM	1 ^A	0.94±0.05 ^{AB}
MAST T	0.14± 0.05 ^B	0.42± 0.13 ^B	0 ^B	0.22± 0.49 ^B	0.5± 0.14 ^B	0.72± 0.26 ^B	0.9± 0.29 ^B	0.74± 0.15 ^B	SM	5.08 ±3.37^A	0.78± 0.24 ^B

*

ABCDEF

Distinta letra indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras $\alpha=0.05$

Nota: Los números en negritas son valores mayores

8.5.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES SENSORIALES E INSTRUMENTALES

La tabla 5.2 de correlación entre los atributos sensoriales y los evaluados instrumentalmente indica que el atributo de dureza (Sensorial) y la elasticidad en boca (E. boca) tienen una relación negativa del 60%, lo cual demuestra que conforme aumenta la dureza en el alimento, la elasticidad en boca disminuye y aumenta el tamaño de partícula (correlación del 87%), por lo que al percibir el alimento duro, la fuerza de masticación aumentará y se tratará de triturar en su totalidad el alimento, ocasionando que el tamaño de partícula aumente percibiéndose esta característica hasta antes de la deglución (93%) por ejemplo, esto se observó en la almendra, el pan melba, y la zanahoria. El atributo de adhesividad instrumental (ADHS T) y dureza sensorial se correlacionaron un 85%, por lo que se puede decir que a mayor dureza, mayor adhesividad presentará el alimento.

La adhesividad instrumental (ADHES T) se correlacionó negativamente con la elasticidad en boca (E. boca) en un 57%. Por lo que al aumentar la adhesividad del alimento, este será percibido menos elástico en la boca.

Al evaluar cómo se correlacionaban los diferentes atributos durante la masticación se observó que, el atributo de adhesividad en la 6ª masticación presentó una correlación del 98% con la adhesividad en la 9ª masticación y del 95% con la adhesividad antes de la deglución (Adhes D), de tal modo que las adhesividades tienen una alta correlación y además son directamente proporcionales en cada uno de los diferentes tiempos evaluados. La adhesividad a la 6ª masticación se relaciona negativamente con la masticabilidad a la 6ª masticación (70%); por lo que se puede decir que los alimentos en este tiempo de masticación, disminuyen la adhesividad. La masticabilidad a la 9ª masticación se correlaciona negativamente un 74% con la adhesividad a la 6ª masticación, a medida que el grado de adhesividad aumenta en un alimento, éste se vuelve menos masticable; de igual forma que los atributos de masticabilidad a la sexta y novena masticación, la masticabilidad antes de deglutir (Mast D) mantiene una relación negativa del 68% con la adhesividad en la 6ª masticación (Adhes6). En cuanto al contenido de humedad se puede observar que en los diferentes tiempos se tiene una relación negativa con la adhesividad 6; en la 6ª masticación un 74%, en la 9ª

70% y antes de la deglución un 60%. Esto indica que al aumentarse la adhesividad el contenido de humedad disminuye y viceversa.

En el atributo de cohesividad en la sexta masticación (Cohes6) se correlaciono con sí mismo a la 9ª masticación (Cohes9) con un valor del 98%, y antes de la deglución (Cohes D) 97%. A su vez la cohesividad 6 se correlaciona positivamente un 89% con la masticabilidad en la 6ª masticación (Mast6) con un 90% a la 9ª masticación y en un 91% antes de la deglución. La adhesividad 6 se correlaciona positivamente con el contenido de humedad en los diferentes ciclos evaluados, 70% en la 6ª masticación, 77% en la 9ª y 70% antes de la deglución, lo que demuestra que los alimentos muy cohesivos presentarán un alto de contenido de humedad en la cavidad bucal.

El atributo de masticabilidad en la 6ª masticación (Mast6) tiene una relación positiva del 99% consigo misma en la 9ª masticación (97%) y antes de la deglución, siendo proporcional el aumento o disminución de la masticabilidad en los diferentes tiempos de masticación. Con el atributo de cohesividad en la 9ª masticación (Cohes 9ª) y antes de la deglución (Cohes D) presenta una correlación positiva de 89% y 87% respectivamente. El contenido de humedad tiene un comportamiento positivo en la sexta masticación (C.H6) de 80%, 86% en la 9ª masticación (C.H9). La masticabilidad 6 se relaciona un 75% con el contenido de humedad antes de la deglución, conforme pasa más tiempo el alimento en la cavidad bucal incrementa el contenido de humedad, por aumento del flujo de saliva durante la masticación. La masticabilidad 6 se relaciona negativamente con la adhesividad en sus diferentes tiempos de masticación, 66% con la adhesividad 9 y 60% antes de deglutir. De tal manera que cuando aumenta el número de masticaciones, la adhesividad disminuye.

El contenido de humedad en la 6 masticación se relaciona negativamente con la adhesividad 9 y antes de la deglución un 75% y 72% respectivamente. Por lo tanto, al aumentar la cantidad de agua en la cavidad bucal, ya sea por flujo salival o el contenido de agua del alimento, el bolo alimenticio formado perderá adhesividad en la boca.

Los atributos con correlaciones negativas fueron para masticabilidad Mast 9 (71%) y Mast D (65%) y para el contenido de humedad en la novena masticación

fue una correlación negativa del 70% al igual que para el contenido de humedad antes de la deglución (60%), lo cual indica que a menor número de masticaciones se obtendrá un menor grado de cohesividad en el bolo alimenticio y este a su vez será seco, mucho más adhesivo en la boca. Los alimentos evaluados al igual que las siliconas en el ciclo de la novena masticación para el atributo de cohesividad presentaron correlaciones positivas con la masticabilidad en la novena masticación (Mast9) 88%, contenido de humedad en la 9ª masticación (C.H9) 82%; para el ciclo antes de la deglución (C.H D) 76%, (Mast D) 91% y para la cohesividad antes de la deglución (Cohes D) en un 98%.

La masticabilidad en la novena masticación (Mast9) mantiene una relación positiva con el mismo atributo pero antes de la deglución (Mast D) con un 98%, con el atributo del contenido de humedad en la novena masticación (C.H9) de un 90%, en el tiempo antes de la deglución (C.H. D) de 80%. Para la cohesividad (Cohes D) fue de 86% y la masticabilidad (Mast D) de 98% antes de la deglución; además se correlaciono negativamente con la adhesividad antes de la deglución (Adhes D) con un 65%, es decir que al aumentar el número de masticaciones y la intensidad de la misma se generara mas humedad en la boca a consecuencia del flujo de saliva y por el contenido de humedad del alimento o la composición del mismo, generando mayor producción del flujo salival y evitando así la adhesividad del bolo alimenticio.

En el contenido de humedad en la novena masticación (C.H9) se correlacionó con humedad (C.H D) (96%), y con la masticabilidad antes de la deglución (Mast D) (89%), así mismo la cohesividad antes de la deglución y todas las adhesividades a diferentes tiempos se correlacionan negativamente con el contenido de humedad (64%). El tamaño de partícula se evaluó tanto en cavidad bucal como en la parte de atrás de la lengua encontrándose una correlación positiva con el tamaño de partícula antes de la deglución evaluada en la cavidad bucal (T.P D) con un 96% y a su vez la adhesividad instrumental (Adhes T) se correlacionó en un 67%. Se observa que este atributo es percibido de manera similar en todas las zonas de la boca en las que se evaluó.

En el ciclo de evaluación antes de la deglución, la adhesividad (Adhes D) presenta una correlación negativa con el atributo de la masticabilidad con un 60%, manteniendo el criterio de los otros ciclos, que a mayor adhesividad se obtendrá

una menor masticabilidad y un menor contenido de humedad percibido en la boca, siendo más detectable el alimento adherido a las piezas dentales y cavidad bucal. Sin embargo, para la parte instrumental presenta una correlación negativa en el atributo de la fracturabilidad (FRACT T) del 58%, a mayor adhesividad menor fracturabilidad. En la cohesividad del mismo ciclo (Cohes D) se obtiene una relación positiva con los atributos de masticabilidad antes de la deglución (Mast D) de un 88% al igual que en el contenido de humedad (C.H D) de un 74%, por lo tanto, los alimentos con un mayor grado de cohesividad antes de ser deglutido presentará un mayor grado de masticabilidad y contenido de humedad antes de la deglución. En la masticabilidad antes de la deglución (Mast D) se obtuvo una relación positiva del 81% con el atributo del contenido de humedad antes de la deglución (C.H D), al ser un alimento más masticable se generará un mayor grado de humedad en la cavidad bucal

En el tamaño de partícula para antes de la deglución (T.P D) solo se tiene correlación positiva con el atributo instrumental de adhesividad (ADHES T) de un 74%, es decir, que mientras presente un mayor tamaño de partícula antes de la deglución presentará mayor adhesividad instrumental. Al igual que la elasticidad instrumental (ELAST T) tiene una relación positiva con la masticabilidad instrumental (MAST T) de un 96%; los alimentos más elásticos presentaran mayor masticabilidad, así como en el caso del chicle.

Tabla. 5.2. Correlación entre variables Sensorial e instrumental

	Dureza	E. boca	Adhes6	Cohes6	Mast6	C.H6	Adhes9	Cohes9	Mast9	C.H9	T.P	Adhes D	Cohes D	Mast D	C.H D
Dureza	1														
E. boca	-0.596	1													
Adhes6	-0.334	0.074	1												
Cohes6	-0.268	-0.008	-0.444	1											
Mast6	0.093	-0.178	-0.699	0.907	1										
C.H6	-0.014	-0.088	-0.743	0.703	0.802	1									
Adhes9	-0.341	0.049	0.984	-0.395	-0.663	-0.746	1								
Cohes9	-0.320	0.004	-0.405	0.982	0.890	0.748	-0.372	1							
Mast9	0.065	-0.163	-0.740	0.891	0.992	0.853	-0.712	0.886	1						
C.H9	-0.062	-0.082	-0.704	0.768	0.861	0.975	-0.697	0.819	0.904	1					
T.P	0.872	-0.307	-0.493	-0.138	0.196	0.002	-0.503	-0.228	0.174	-0.028	1				
Adhes D	-0.353	-0.023	0.955	-0.350	-0.600	-0.721	0.952	-0.327	-0.647	-0.645	-0.501	1			
Cohes D	-0.310	-0.039	-0.344	0.974	0.873	0.704	-0.294	0.986	0.856	0.787	-0.263	-0.246	1		
Mast D	0.012	-0.215	-0.677	0.910	0.972	0.860	-0.653	0.914	0.978	0.891	0.072	-0.596	0.883	1	
C.H D	-0.113	-0.117	-0.603	0.698	0.750	0.973	-0.603	0.757	0.797	0.965	-0.148	-0.556	0.737	0.814	1
T. P D	0.932	-0.387	-0.421	-0.217	0.108	-0.037	-0.415	-0.315	0.077	-0.094	0.961	-0.439	-0.319	-0.011	-0.164
DUREZA T	0.149	-0.476	-0.133	-0.120	0.031	0.420	-0.176	-0.002	0.098	0.390	-0.202	-0.100	0.015	0.135	0.508
FRACT T	-0.370	-0.183	0.429	-0.233	-0.386	-0.314	0.480	-0.225	-0.366	-0.238	-0.427	0.581	-0.159	-0.377	-0.150
ADHES T	0.851	-0.574	-0.104	-0.457	-0.175	-0.278	-0.147	-0.510	-0.204	-0.358	0.675	-0.112	-0.506	-0.195	-0.367
ELAST T	0.310	0.062	-0.285	-0.300	-0.002	0.166	-0.378	-0.195	0.063	0.208	0.312	-0.312	-0.255	-0.041	0.116
COHES T	0.007	0.175	-0.005	-0.275	-0.186	0.107	-0.131	-0.162	-0.116	0.050	-0.106	-0.128	-0.234	-0.117	0.074
MAST T	0.437	-0.129	-0.403	-0.198	0.151	0.275	-0.477	-0.105	0.204	0.324	0.383	-0.384	-0.143	0.106	0.231

Nota: Los números en negritas son valores considerados para análisis

Tabla. 5.2. (Continuación) Correlación entre variables sensorial e instrumental.

	T. P D	DUREZA T	FRACT T	ADHES T	ELAST T	COHES T	MAST T
T. P D	1						
DUREZA T	-0.114	1					
FRACT T	-0.387	0.218	1				
ADHES T	0.745	0.136	-0.317	1			
ELAST T	0.206	0.433	-0.177	0.186	1		
COHES T	-0.117	0.458	-0.320	0.158	0.605	1	
MAST T	0.299	0.530	-0.182	0.284	0.962	0.492	1

Nota: Los números en negritas son valores considerados para análisis

8.5.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA) DE LOS RESULTADOS SENSORIAL E INSTRUMENTAL

En la figura 14 se observa la representación gráfica del análisis de componentes principales (ACP). En el eje vertical (Componente 1) se representa la máxima variación de la configuración de los datos explicando el 44.1%, mientras que el eje horizontal (Componente 2) se representa la segunda variación más grande justificando el 27.3% de la información.

Dentro de los atributos representados los más importantes fueron la adhesividad (ADHES T) y dureza (DUREZA T) evaluados con el texturómetro, mientras que el atributo con menor importancia es la cohesividad (COHES T) en texturómetro.

Los atributos de masticabilidad en los diferentes ciclos evaluados, (Mast6, Mast9, Mast D) y los de contenido de humedad (C.H6, C.H9, C.H D) están relacionados, y fueron características representativas del chicle (CH); a su vez fueron independientes de las adhesividades (Adhes6, Adhes9, Adhes D) en los diferentes ciclos de masticación. Para la silicona optocal (SFT3) los atributos más característicos fueron el tamaño de partícula en boca (T.P y T.P D). El atributo que definió a la galleta (GTA) fue la dureza sensorial (Dureza) que a su vez fue inversamente proporcional al atributo de elasticidad en boca (E. boca), atributo característico de la mantecada (MNTK). Ninguno de los atributos representado en la gráfica fueron característicos del cacahuete (CACAH), almendra (ALM), queso (Q) y la silicona control (S3), aunque en las proyecciones individuales de las evaluaciones sensoriales e instrumentales si se observan los atributos característicos.

Para la zanahoria (ZNH) y la silicona con sabor (SS3) el único atributo representativo fue la dureza (DUREZA) T) evaluada instrumentalmente. El alimento que presentó mayor grado de adhesividad instrumental (ADHES T) fue el pan melba (PAN).

Los atributos de evaluación instrumental tales como masticabilidad (MAST T), elasticidad (ELAST T), cohesividad (COHES T) y dureza (DUREZA T) estuvieron relacionados entre sí, lo que pudiera indicar que el texturómetro evalúa de manera homogénea estos atributos.

P.C.A. of means Pdt./Att.
Plane 1 - 2 BiPlot constant: 30.50555

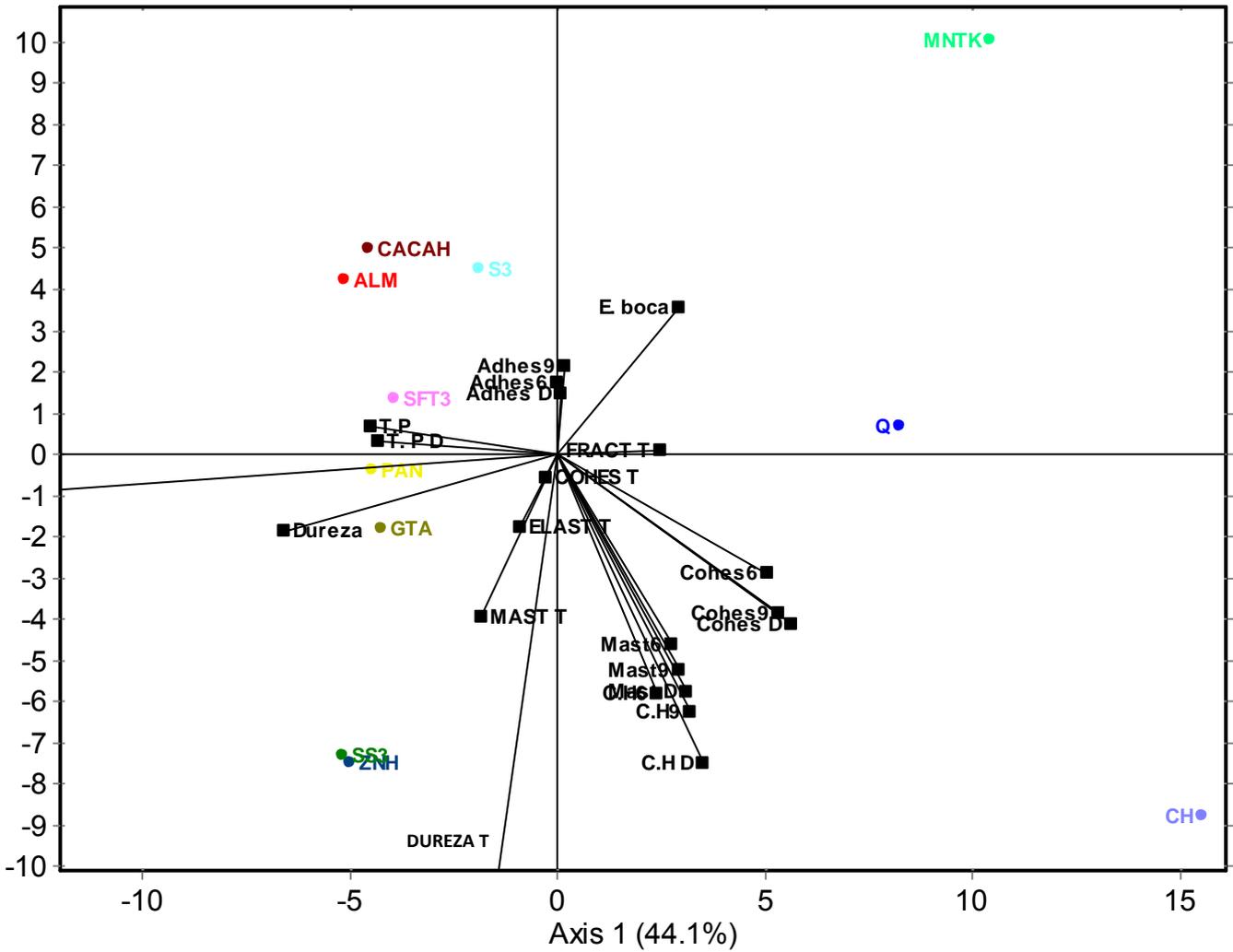


Figura. 14 Proyección bidimensional del análisis de componentes principales de textura de los productos evaluados sensorial e instrumentalmente.

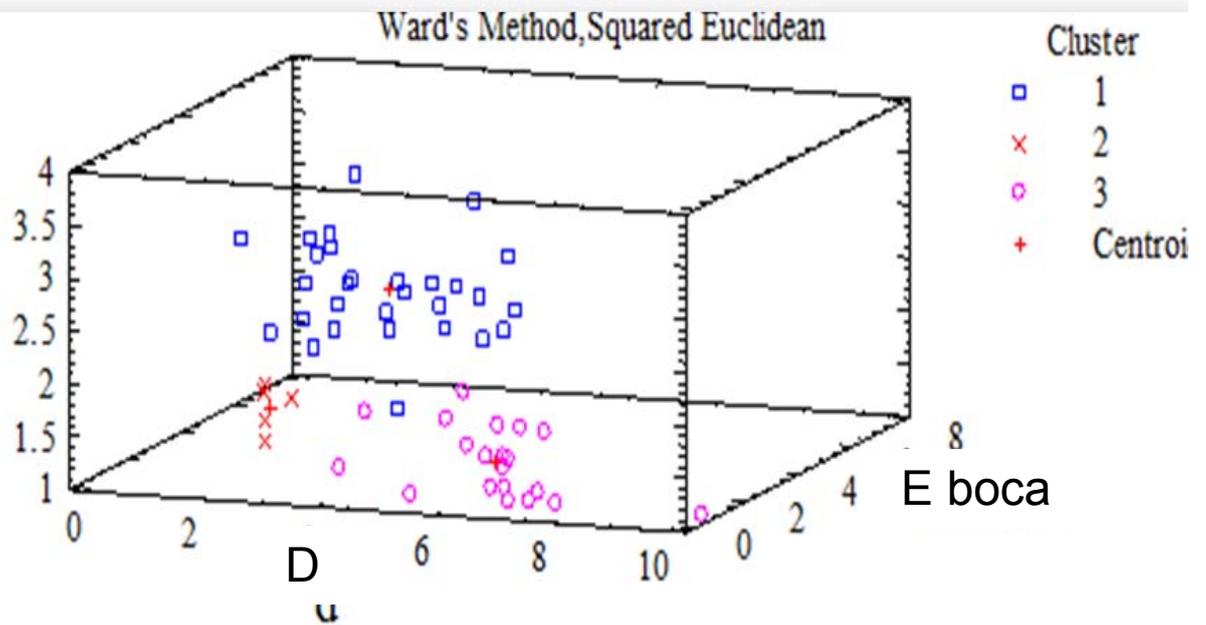
8.6 ANÁLISIS CLUSTER

Se agruparon los atributos de las muestras en un cluster con respecto a los atributos que compartían semejanza entre las muestras (cohesión interna del grupo). Teniendo así 3 clusters, en donde se muestra en la figura 15 el análisis de la evaluación sensorial y la evaluación instrumental; dejando en claro que el alimento con características semejantes a las siliconas es la zanahoria (Dureza, adhesividad, cohesividad, tamaño de partícula, contenido de humedad y masticabilidad). Los demás alimentos analizados comparten las mismas características entre sí (queso, almendra, cacahuate, mantecada, galleta); dejando en un cluster completamente diferente al chicle, teniendo que el chicle es un alimento completamente diferente a los alimentos y siliconas evaluadas en este trabajo; esto debido que su composición es completamente diferente y no comparte similitud con alguno de los alimentos en evaluación.

En la figura 16 se observa el análisis de la parte sensorial, donde se valida que la silicona Optosil, Optosil con sabor y optocal tienen semejanzas sensoriales con la zanahoria, esto colocándose en el cluster 3. A su vez el cluster número uno agrupa a los alimentos queso, almendra, cacahuate, mantecada, pan melba y galleta, compartiendo los mismos atributos entre sí. En el cluster número 2 se encuentra el chicle, lo cual quiere decir que sensorialmente es diferente a todos los demás alimentos y las siliconas evaluadas.

Reafirmando con este análisis que la zanahoria es el alimentos con mas semejanza para con las siliconas evaluadas.

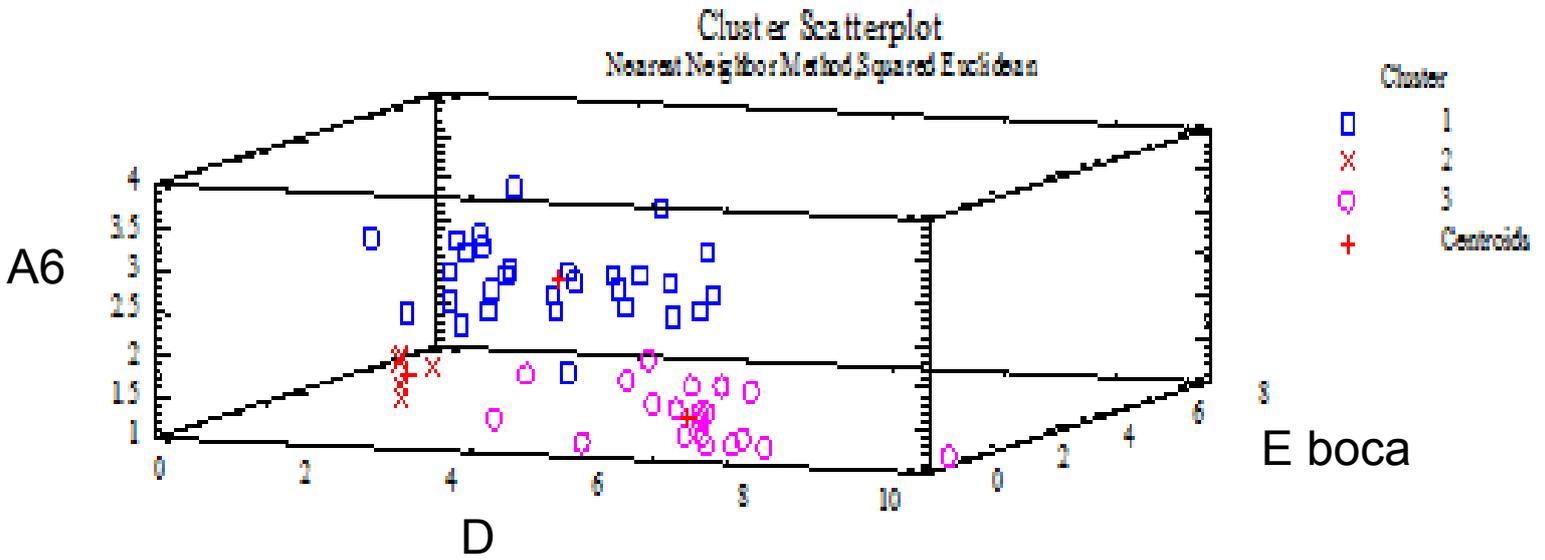
A6



Cluster1	Cluster2	Cluster3
Queso	Chicle	Zanahoria
Almendra		Optosil
Mantecada		Optosil con sabor
Cacahuete		Optocal
Galleta		

Figura 15. Análisis de 3 clusters de la evaluación sensorial e instrumental

* A6 = Adhesividad a la 6ta masticación, d = dureza, e boca= elasticidad en boca



Cluster1	Cluster2	Cluster3
Queso	Chicle	Optosil
Almendra		Optosil con sabor
Mantecada		Optocal
Cacahuete		zanahoria
Pan melba		
Galleta		

Figura 16. Analisis de 3 clusters de la evaluación sensorial

* A6 = Adhesividad a la 6ta masticación, d = dureza, e boca= elasticidad en boca

9 Conclusiones

- Se logró el objetivo principal de este trabajo, desarrollar el perfil sensorial de las siliconas utilizadas en la prueba del desempeño masticatorio y a su vez se comparó con alimentos.
- Se seleccionó y se entrenó a un grupo de jueces mediante el análisis de perfil de textura (APT).
- Se compararon los perfiles de textura de las diferentes siliconas evaluadas con alimentos de dureza media-alta.
- La saliva y las características del alimento influyen más en el proceso de la masticación dejando de lado el tiempo requerido que lleva a cabo la masticación.
- Se determinó que los atributos característicos de los alimentos y las siliconas son: dureza, tamaño de partícula, contenido de humedad, cohesividad.
- La silicona Optocal, Optosil Comfort y la silicona con sabor tienen similitud con la zanahoria. Lo cual el material de prueba artificial sigue siendo el que más se adecua un alimento de consumo común.
- En la evaluación con el grupo de jueces se demostró que no se alteraron los atributos a medida que aumentaba el número de masticaciones.

9.1 Entrenamiento.

- Para tener un buen entrenamiento del grupo de jueces, se debe emplear una escala de estándares que permitan ejemplificar las diferentes intensidades de cada uno de los atributos. El entrenamiento del grupo debe ser exhaustivo, porque de ello depende el éxito de la prueba; al igual que las definiciones exactas de los atributos.

9.2 Evaluación sensorial

- Es importante la composición fisicoquímica del alimento a evaluar, ya que es un factor que influyó en el proceso de masticación haciéndolo más rápido o más lento, en cuestión de la preparación del alimento para deglutir.
- Los hábitos alimenticios (tiempos de comidas) intervienen en la evaluación de la fuerza de mordida y el esfuerzo de la masticación. Esto se debe a que dichos factores no pueden ser controlados durante las evaluaciones.
- El desempeño masticatorio del panel de jueces no fue el adecuado, el cual al no triturar de manera adecuada los alimentos crea un déficit en la eficiencia de la digestión y la absorción de los alimentos.
- Por características de cada alimento, como el contenido de agua, la grasa y la capacidad de recuperar el alimento masticado no se puede estandarizar un alimento para la prueba del desempeño.

9.3 Instrumental

- Las características instrumentales van relacionadas con características sensoriales aunque tengan la diferencia del flujo de saliva en el momento de la evaluación

10 Bibliografía

- Albert TE, Buschang PH, Throckmorton GS. (2003). Masticatory performance: a protocol for Standardized production of an artificial test food. *Journal of Oral Rehabilitation* 30 (7): 720-2
- Borgognone, M., Bussi, J., Hough, G. (2001). Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix. *Food Quality and Preference*, 12:323-326.
- Brown W. E., Braxton D., (2000). Dynamics of food Breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: a study on biscuits. *Food Quality and Preference*, 11, 259-267.
- Cadena A. A. (2007). Estudio de familiaridad de olores en población mexicana y evaluación de procesos olfativos. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Química.
- Carmona E. R. P. (2008) Perfil sensorial y círculo aromático del tequila. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Química.
- Cuatzo, L. (2004). Implementación de un plan para la evaluación sensorial de aceite de soya. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México, D.F.
- Dan H, & Kohyama, K. (2007). Interactive relationship between the mechanical proprieties of food and the human response during the first bite. *Archives of oral biology*, 52, 455-464-
- Dan H., Hayakawa F., Kohyama K. (2008). Modulation of biting procedure induced by the sensory evaluation of cheese hardness with different definitions. *Appetite* 50 158-166.
- Edlund J. and Lamm C. J. (1980). Masticatory efficiency. *Journal of Oral Rehabilitation*, 7,123-130
- Engelen L. Fontijn A. Van der Bilt A. (2005). The influence of product and oral characteristics on swanllowing. *Elsevier* , 50, 739-746

- Escobedo G. I. (2010). Percepción gustativa salina provocada por NaCl y otras sales en bebidas no alcohólicas y queso panela. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Química.
- García V.A. (2007). Desarrollo de la metodología de evaluación de procesos olfativos. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Química.
- Gunne H.S, Bergman B, Enbom L, Hogstrom J. (1982). Masticatory efficiency of complete denture patients. A clinical examination of potential changes at the transition from old to new dentures. *Acta Odontol Scand.* 1982; 40(5):289-97. .
- Hayakawa I, Watanabe I, Hirano S, Nagao M, Seki T. (1998). A simple method for evaluating masticatory performance using a color-changeable chewing gum. *Int J Prosthodont* 11(2): 173-6.
- Heath M.R. & Prinz J. F, (2001) *Textura de los alimentos*. Capitulo 2,
- Heath MR. (1982). The effect of maximum biting force and bone loss upon masticatory function and dietary selection of the elderly. In *Dent* 32 (4): 345-56.
- Hiimae K., Palmer J.B. (1999), Food Transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency, *Dysphagia* 14:31-42.
- Koc H. , Vinyard, C.J. Essick, G.K. and Foegeding, E.A. (2013). Food Oral Processing: Conversion of Food Structure to Textural Perception, *Annual reviews Food science and Technology* 39,237–266.
- Lee C. M., Resurrección, A.V.A. (2004). Descriptive profiles of roasted peanuts stored at varying temperatures and humidity conditions. *Journal of sensory studies* 19:433-456.
- Ikebe K, Matsuda K, Morii K, Furuya-Yoshinaka M, Nokubi T, Renner RP. (2006). Association of masticatory performance with age, posterior occlusal contacts, occlusal force, and salivary flow in older adults. *Int J Prosthodont* 19 (5):475-81.

- Ikebe K, Amemiya M, Morii K, Matusada K, Furuya-Yoshinaka M, Yoshinaka M. et al. (2007). Association between oral stereognostic ability and masticatory performance in aged complete denture wearers. *Int JProsthodont.* 20 (3): 245-50.
- Greenhoff, K. y MacFie, H. (1994). Preference mapping in practice. *Measurement of food preferences*, pp137-166
- Iñigo O. (2013). Evaluación del perfil sensorial de bebidas lácteas fermentadas. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Química.
- Kilcast D., (2004). *Texture in food*, volume 2, woodhead publish limited, England.
- Krysinski Z, Ludwiczak T, Mucha J. (1981). Comparative investigations of selected methods evaluating the masticatory ability. *J Prosthet Dent* 46(5): 568-74.
- Burne, M. (2002) *Food texture and viscosity: Concept and measurement*, Elsevier science imprint, Food Science and technology 2° edición, Orlando Florida
- Mahesh Gupta, Amarinder Sigh Bawa, Nissreen Abu- Ghannam. (2011). Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional proprieties of cookies. *Food and Biopoducts processing.* Elsevier. 89: 520-527.
- Matsui Y, Ohno K, Michi K, Hata H, Yamagata K, Ohsuka S. (1996). The evaluation of masticatory function with low adhesive colour-developing chewing gum. *J Oral Rehabil* 23(4):251-6.
- Manly RS, Braley LC. (1950) Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res* (29) 4: 448-62
- Okiyama S , Ikebe K, Nokubi T. (2003). Association between masticatory performance and maximum occlusal force in young men. *J Oral Rehabil.* 30 (3): 278-82.

- Olthoff LW, van der Bilt A, Bosman F, Kleizen HH. (1984). Distribution of particles sizes in food comminuted by human mastication. Arch Oral Biol. 29 (11): 899-903.
- Padilla, R. A.L. (2010). Estudio de la relación de las características sensoriales y de color en cortes de bovino de alto precio y alto consumo. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Química.
- Palm, R. (1998). L'analyse en componentes principales: príncipe et application. Notes de statistique et d'informatique. Gembloux, Belgique.
- Pedrero, D.L., Pangborn, R.M. (1989). Evaluación Sensorial de los alimentos, Métodos Analíticos, Editorial Alhambra Mexicana, México, D.F.
- Sanchez E. S, Simal, S, Femenia A, Eneztoand, Rossello, (2001). Effect of acousting brining on lipolysis and on sensory characteristics of Mahon cheese. Journal Food Science, 66, (6): 892-896.
- Sato H, Fueki K, Sueda S, Sato S, Shiozaki T, Kato M, T. Ohyama, (2003) A new and simple method for evaluating masticatory function using newly developed artificial test food. J Oral Rehabil 30 (1): 68-73.
- Severiano, P. P. Cadena .A. A., Vargas-C. D. and Guevara-G. R (2012a) Questionnaire on Mexican's familiarity with odor names. Journal of Sensory Studies. 27(2012) 277-285
- Severiano, P.P., Gómez A. D., Méndez G. C., Pedrero F. D., (2012b) Manual de Evaluación Sensorial. Facultad de Química, UNAM
- Shneider G, Senger B. (2001) Coffee beans as a natural test food for the evaluation of the masticatory efficiency. J Oral Rehabil. 28 (4):342-8.
- Scheider G, Senger B. (2002). Clinical relevance of a simple fragmentation model to evaluate human masticatory performance. J Oral Rehabil 29 (8):731-6.
- Segarra. E. (2006). Fisiología de los aparatos y sistemas. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Médicas. Ecuador

- Shimmel M, Christou P, Herrmann F, Muller F, (2007) A two-colour chewing gum test for masticatory efficiency: development of different assessment methods. J oral Rehabil. 34 (9): 671-8.
- Slagter AP, Olthoff LW, Bosman F, Steen WH. (1992). Masticatory ability, denture quality, and oral conditions in edentulous subjects. J Prosthet Dent. 68 (2): 299-307.
- Szczesniak A S, Ilker R. (1988). The meaning of textural characteristics-juiciness in plant foodstuffs.
- Valls J. S, Bota E., De Castro J.J. (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos, Universidad de Barcelona, España.
- Van der Bilt, A Engelen, L. (2006). Oral physiology and mastication, Department of Oral Maxillofacial Surgery , Prosthodontics and Special Dental Care, Oral Physiology Group University Medical Center, Utrecht, The Netherlands. 89,5 , 22-27
- Van der Bilt A, Olthoff LW, van der Glass HW, van der Weelen K, Bosman F. (1987). A mathematical description of comminution of food during mastication in a man. Arch oral Biol 32 (8) 579-86.
- Van der Bilt A, Engelen L, Abbink J, Pereira LJ. (2007). Effects of adding fluids to solid foods on muscle activity and number of chewing cycles. The authors. Journal Compilations. 115: 198-205.
- Yuan, S. & Chang, S.K.C. (2006) Relation Ships between sensory and rheological measurements of texture in maturing commercial cheddar cheese over a range of moisture and pH at the point of manufacture. Journal of texture studies, 37, 361-382.

Referencias de Internet

- Texture Technologies. (www.texturetechnologies.com)
http://128.121.92.221/texture_profile_analysis.html

11 Anexo.

Anexo A

Tabla. 2. Estándares utilizados para ejemplificar la intensidad de cada atributo durante la evaluación

Atributo	productos	Numero en la escala	Marca del Producto
Elasticidad con el dedo y con la boca.	Caramelo suave	2	Winni®
	Diente ("Gomita")	7	Ricolino®
	Bombón	9	De la Rosa®
Dureza	Queso crema	1	Philadelphia®
	Manzana	5	Grany Smith®
	Caramelo	10	Acuario®
Adhesividad	Queso crema	1	Philadelphia®
	Chiclosos de cajeta	6	Coronado®
	Mangomis	8	Dulces Karla®
Cohesividad	Mazapan	1	De la Rosa®
	Caramelo suave	4	Winni®
	Dientes	6	Ricolino®
Masticación	Sandigoma	3	Vero®
	Caramelo suave	5	Winni®
	Chicle	10	Trident®
Contenido de humedad	Mazapan	2	De la Rosa®
	Pandita	4	Ricolino®
	Chicle	8	Trident®
Tamaño de partícula	Mantecada	3	Bimbo®
	Pepitas de calabaza	4	Cachita's®
	Almendra	7	La Merced®

Anexo B

ENCUESTA GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MIEMBROS DE UN PANEL DE CATADORES ENTRENADOS

Por favor, conteste verazmente las preguntas que se le presentan a continuación:

1.- DATOS PERSONALES

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Fecha: _____ Teléfono o lugar de contacto: _____

Correo electrónico: _____

Ocupación _____

¿Ha realizado algún curso de Análisis Sensorial? NO ___ SI ___

2.- HÁBITOS DE CONSUMO

Horario habitual de comidas:

Desayuno: _____ a.m. Comida: _____ p.m. Cent: _____
_____ p.m.

¿Fuma? NO ___ SI ___ ¿Cuántos cigarrillos al día? _____

CONSUMO DE SALCHICHAS

¿Cuántos tipos de salchicha conoce?

¿Le gustan las salchichas? NO ___ SI ___ ¿Es consumidor habitual? NO ___ SI ___

¿Conoce la diferencia entre salchichas cerdo, res, soya? NO ___ SI ___

¿En _____ que _____ cree _____ que _____ se
diferencian? _____

¿Consume salchicha de res? NO _____ SI _____

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena

1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consume salchicha de soya?

NO _____ SI _____

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____

1 vez por mes _____ Otra _____

¿Cómo la consumes?

Frita Asada Guisada A la plancha Otra(s) forma (s)

¿Cómo le gusta la salchicha? (cruda, cocida, asada, frita)

¿Tiene en cuenta la procedencia de la salchicha? (Denominación de Origen, de una zona concreta)

NO ___ SI ___ **¿Tiene en cuenta el precio de la salchicha?** NO ___ SI ___

¿Consume salchicha de res? NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia? Diario _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____
1 vez por quincena _____ 1 vez por mes _____ Otra _____

¿Consume salchicha de cerdo? NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por quincena _____

1 vez por mes _____ Otra _____

Consumo de Chicloso (caramelo suave)

¿Consume Chicloso? NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia? Diario _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____
1 vez por mes _____ Otra _____

Marcas:

Consumo de semillas

¿Consume semillas (cuales)? NO _____ SI _____.

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por mes _____
Otra _____

Consumo de Gomititas

¿Con que frecuencia?

Diario _____ 3 veces por semana _____ 1 vez por semana _____ 1 vez por mes _____
Otra _____

Marcas:

CONSUMO DE QUESOS

¿Le gusta el queso? NO ___ SI ___ ¿Es consumidor habitual? NO ___ SI ___

¿Qué tipo de queso consume?

De oveja _____ Curado _____ Semicopado _____

De mezcla _____ Curado _____ Semicopado _____

Otros _____ Curado _____ Semicurado _____ Fresco _____

De los quesos que consume, ¿Con que frecuencia lo hace? (Indique el tipo y la marca)

Diario _____

Diario _____

Diario _____

3 veces por semana _____

3 veces por semana _____

3 veces por semana _____

1 vez por quincena _____

1 vez por quincena _____

1 vez por quincena _____

1 vez por mes _____

1 vez por mes _____

1 vez por mes _____

Otra _____

Otra _____

Otra _____

¿Tiene en cuenta la procedencia de la queso cuando lo compra? (Denominación de Origen, de una zona concreta) NO ___ SI ___

¿Tiene en cuenta el precio? NO ___ SI ___

3.- SALUD

Padece alguna enfermedad que pueda afectar los sentidos como resfriados, anosmia (perdida del olfato), agüensia (no percibe sabores) ó daltonismo.

NO _____ SI _____

¿Cuál(es) y con que frecuencia? _____

¿Tienes dentadura postiza?

Total: NO _____ SI _____

Parcial: NO _____ SI _____

¿Es alérgico? a:

Alimentos: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

Medicamentos: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

Otros: NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

¿Le disgusta en particular algún alimento como para no participar en su degustación?

NO _____ SI _____ ¿Cual(es)? _____

¿Padece de alguna intolerancia a algún alimento? NO _____ SI _____

¿Cuál(es)? _____

Está interesado en participar en la cata de (marque con una cruz):

Queso _____ **salchichas** _____ **gomitas** _____
todos _____

Marque el día y horario en que podría asistir a las catas

Día	Horario	Día	Horario	Día	Horario

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo C

Definiciones metodología instrumental.

- Dureza** La dureza es la fuerza valor pico de la primera compresión del producto. La dureza no tiene por qué producirse en el punto más profundo de la compresión, aunque por lo general lo hace para la mayoría de productos.
- Fracturabilidad** No todos los productos se fracturan; pero cuando se fracturan, la Fracturabilidad punto se produce donde la trama tiene su primer pico significativo (donde la fuerza se cae) durante la primera compresión de la sonda del producto.
- Cohesividad** La cohesividad es la facilidad que el producto soporta una segunda deformación relativa a cómo se comportaba bajo la primera deformación. Se mide como el área de trabajo durante la segunda compresión dividida por el área de trabajo durante la primera compresión. (Consulte la Zona 2 / Zona 1 en el gráfico a continuación).
- Elasticidad** Elasticidad es la facilidad que un producto físicamente brota de nuevo después de que ha sido deformado durante la primera compresión. La recuperación elástica se mide en la carrera descendente de la segunda compresión, por lo que el tiempo de espera entre dos golpes puede ser relativamente importante. En algunos casos un tiempo excesivamente largo tiempo de espera permitirá que un producto de la recuperación elástica más de lo que puede en las condiciones que se investigan (por ejemplo, usted no esperar 60 segundos entre masticación).
- Elasticidad se mide de varias maneras, pero más típicamente, mediante la distancia de la altura detectada del producto en la segunda compresión (longitud 2 en el gráfico a continuación), dividido por la distancia original de compresión (longitud 1). La definición original de elasticidad utiliza la longitud 2 solamente, y las unidades estaban en mm u otras unidades de distancia. No nos suscribimos a la descripción original de elasticidad ya que el valor de elasticidad sólo se puede comparar entre productos que son idénticos en su forma y altura original. Muchos usuarios TPA compriman sus productos una cepa%, y para aquellas aplicaciones un valor puro distancia (en lugar de una relación) es demasiado fuerte influencia de la altura de la muestra. Al expresar elasticidad como una proporción de su altura original, se pueden hacer comparaciones entre un más amplio conjunto de muestras y productos.
- Masticabilidad** Masticabilidad sólo se aplica para los productos sólidos y se calcula como $Gomosidad * Elasticidad$ (que es $Longitud1 / Longitud2$). Masticabilidad es mutuamente exclusiva con Gomosidad ya que un producto no sería tanto un sólido y un semi-sólido a la vez.
- Adhesividad** La energía necesaria para superar las fuerzas de atracción entre la comida y cualquier superficie que está en contacto con ello. (Área 3 en el gráfico). El área negativa para el primer bocado, que representa el trabajo necesario para sacar la compresión de la sonda lejos de la muestra.

