

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**“CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE *HOT-DOG* DE POLLO  
APLICANDO PERFILES *FLASH* Y *ULTRA FLASH* E  
IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS DE ACEPTABILIDAD POR  
CONSUMIDORES”**

**Presentada por:**

**GUSTAVO GAVINO PUMA ISUIZA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO MAGÍSTER  
SCIENTIAE EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Lima-Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**“CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE *HOT-DOG* DE POLLO  
APLICANDO PERFILES *FLASH* Y *ULTRA FLASH* E  
IDENTIFICACIÓN DE ATRIBUTOS DE ACEPTABILIDAD POR  
CONSUMIDORES”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGÍSTER SCIENTIAE**

**Presentada por:  
GUSTAVO GAVINO PUMA ISUIZA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos  
**PRESIDENTE**

Dr. Carlos Núñez Saavedra  
**ASESOR**

Dr. Luis Fernando Vargas Delgado  
**MIEMBRO**

Mg. Sc. Carlos César Elías Peñafiel  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Martha y a mi padre Hermógenes,  
por ser mis eternos maestros de vida  
y mi apoyo incondicional

## AGRADECIMIENTO

- A Dios, por haberme dado paciencia y buen humor para terminar la presente investigación.
- A mi asesor el Dr. Carlos Núñez Saavedra, quien depositó en mí la confianza para poder ejercer este trabajo de investigación; por su apoyo desinteresado y por todas las reuniones en horas académicas y extra académicas de asesoría que fueron importantes para culminar con éxito la presente tesis. Muchas gracias por su paciencia y dedicación.
- A los miembros del jurado: Dr. Luis Alberto Condezo Hoyos, PhD. Luis Fernando Vargas Delgado y el *Mg. Sc.* Carlos César Elías Peñafiel, por sus recomendaciones para la mejora de la investigación.
- A mis padres Martha Isuiza Ruiz y Hermógenes Puma Ugarte por darme fortalezas para concluir con la investigación.
- A Jhoselyn Liñan Pérez, por su apoyo incondicional en la parte experimental de la tesis, por acompañarme todo este tiempo y soportar todas las conversaciones de estadística que tuvimos. Siempre estaré agradecido contigo Jhoshy.
- A mis hermanos Herber y Omar por estar pendientes de los avances, y por las reuniones de estadística multivariada y modelamientos estadísticos que fueron importantes para el término de la investigación.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. DESARROLLO DE PRODUCTOS MEDIANTE MÉTODOS AFECTIVOS .....	3
2.1.1. MÉTODOS PARA INCLUIR LA VOZ DEL CONSUMIDOR .....	3
2.1.2. HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO AFECTIVO .....	5
2.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS .....	16
2.3. MÉTODOS DESCRIPTIVOS RÁPIDOS CON CONSUMIDORES .....	20
2.3.1. <i>FLASH PROFILE</i> .....	22
2.3.2. <i>NAPPING® - ULTRA FLASH PROFILING</i> .....	24
2.3.3. MAPEO DE PREFERENCIA EXTERNO .....	25
2.4. LOS EMBUTIDOS .....	25
2.4.1. DEFINICIÓN .....	25
2.4.2. CLASIFICACIÓN .....	26
2.4.3. EMBUTIDOS ESCALDADOS .....	26
2.4.4. <i>HOT - DOG</i> .....	27
2.4.5. USO DE ADITIVOS PARA <i>HOT-DOG</i> .....	28
2.4.6. EMPAQUES EN LA INDUSTRIA DE LOS EMBUTIDOS.....	30
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	31
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	31
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS .....	31
3.3. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS .....	31
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	32
3.4.1. ELABORACIÓN DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO .....	32
3.4.2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO MEDIANTE EL <i>FLASH PROFILE</i> CON CONSUMIDORES .....	35
3.4.3. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO MEDIANTE EL <i>NAPPING® - ULTRA FLASH PROFILING</i> .....	36
3.4.4. MAPEO DE PREFERENCIA EXTERNO .....	37
3.4.5. PERFIL DE TEXTURA DEL CONSUMIDOR .....	38
3.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	38
a. Análisis Procrustes generalizado .....	38

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	40
4.1. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO APLICANDO LA METODOLOGÍA <i>FLASH PROFILE</i> MEDIANTE CONSUMIDORES.....	40
4.1.1. FACTORES DE ESCALAMIENTO DE LOS CONSUMIDORES .....	40
4.1.2. VARIANZA RESIDUAL DE LOS CONSUMIDORES .....	42
4.1.3. CONSENSO EN EL ANÁLISIS PROCRUSTES GENERALIZADO .....	43
4.2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO APLICANDO LA METODOLOGÍA <i>NAPPING</i> ® - <i>ULTRA FLASH PROFILING</i> MEDIANTE CONSUMIDORES.....	50
4.2.1 ANÁLISIS DE LOS EVALUADORES .....	51
4.2.2. MAPA GLOBAL DE FACTORES INDIVIDUALES Y ESPACIO CONSENSO DEL ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE .....	55
4.2.3. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL.....	57
4.3. CORRELACIÓN ENTRE EL <i>NAPPING</i> ® Y EL <i>FLASH PROFILE</i> .....	58
4.4. OBTENCIÓN DEL MAPEO DE PREFERENCIA EXTERNO DE LAS MUESTRAS DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO.....	60
4.5. OBTENCIÓN DEL PERFIL DE TEXTURA DEL CONSUMIDOR DE LAS MUESTRAS DE <i>HOT-DOG</i> .....	61
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	66
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	68
<b>VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	69
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Cuadro 1: Clasificación de los métodos discriminativos más comunes</b> .....	20
<b>Cuadro 2: Formulación para la elaboración de <i>hot-dog</i> de pollo</b> .....	28
<b>Cuadro 3: Formulaciones de <i>hot-dog</i> de carne de pollo</b> .....	34
<b>Cuadro 4: Factores de escala de los evaluadores</b> .....	41
<b>Cuadro 5: Varianza residual y total de los consumidores</b> .....	42
<b>Cuadro 6: Distribución de la varianza explicada entre las dimensiones de la configuración de consenso.</b> .....	43
<b>Cuadro 7: Descriptores correlacionados con cada una de las dos dimensiones del espacio promedio generado por APG (correlaciones superiores a 0,6)</b> .....	49
<b>Cuadro 8: Coeficiente de correlación vectorial (<math>R_v</math>) entre la configuración consensuada y la configuración individual</b> .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo Kano.....	7
Figura 2: Modelo general adaptado para la aplicación de la Ingeniería Kansei.....	10
Figura 3: Modelo conceptual del <i>Kansei</i> en los alimentos. ....	14
Figura 4: Ruta de la percepción en el modelo Kansei alimentario y procedimiento de análisis de datos. ....	15
Figura 5: Modelo Kansei alimentario modificado para integrar las diferencias individuales en los atributos personales. ....	15
Figura 6: Hoja de evaluación típica del Perfil de Textura del Consumidor. ....	21
Figura 7: Estructura de datos que representa los datos del <i>Flash Profile</i> : N productos son evaluados por k jueces utilizando $M_k$ atributos. ....	24
Figura 8: Flujo de operaciones para la obtención de <i>hot-dog</i> de pollo. ....	34
Figura 9: Ejemplo de evaluación sensorial mediante <i>Napping</i> <sup>®</sup> -UFP. ....	37
Figura 10: Distribución de varianza de consenso y residual de las muestras.....	44
Figura 11: Distribución de la verdadera varianza explicada por cada muestra en los dos primeros componentes principales.....	44
Figura 12: Resultado del consenso de las muestras de <i>hot-dog</i> de pollo.....	45
Figura 13: Elipses de confianza mediante (a) <i>bootstrapping method freechoice</i> y (b) <i>Bootstrapping</i> en Análisis Factorial Múltiple. ....	46
Figura 14: Espacio consenso de los evaluadores para las cinco muestras de <i>hot-dog</i> evaluadas. ....	47
Figura 15: Distribución de los constructos (descriptores) a lo largo de los componentes principales 1 y 2. ....	48
Figura 16: Evaluación de las muestras de <i>hot-dog</i> mediante la metodología <i>Napping</i> <sup>®</sup> por el consumidor 1. ....	50
Figura 17: Gráfico de sedimentación del Análisis Factorial Múltiple.....	51
Figura 18: Representación de los grupos de coordenadas en el Análisis Factorial Múltiple (consumidores en contexto de <i>Napping</i> <sup>®</sup> ).....	52
Figura 19: Representación superpuesta de la configuración del consumidor 1 (a) y del consumidor 15 (b) con la configuración promedio (texto verde). ....	55
Figura 20: Coordenadas parciales de los consumidores en la caracterización sensorial de las cinco muestras de <i>hot-dog</i> mediante la metodología del <i>Napping</i> <sup>®</sup> . ....	55

<b>Figura 21: (a) Elipses de confianza según la metodología de Dehlholm <i>et al.</i> (2012); (b) Elipses de confianza según de la metodología de Cadoret y Husson (2013).....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 22: Caracterización sensorial de las cinco muestras de <i>hot-dog</i> mediante el <i>Napping</i><sup>®</sup>.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 23: Circulo de correlación de las variables suplementarias (descriptores) del Análisis Factorial Múltiple, en el contexto del <i>Napping</i><sup>®</sup>-UFP.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 24: Aaturación de las dos técnicas descriptivas en función a las dos primeras dimensiones del análisis factorial múltiple.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 25: Mapeo de preferencia de las muestras de <i>hot-dog</i>: (a) <i>Flash Profile</i> y (b) <i>Napping</i><sup>®</sup>-UFP.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 26: Perfil de textura del consumidor de las cinco muestras de <i>hot-dog</i>. ....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 27: Comparación múltiple de Tukey de los descriptores del Perfil de Textura del Consumidor: (a) duro, (b), desmenuzable (c) granuloso, (d) se pega al paladar, (e) suave, (f) plástico y (g) grasoso.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 28: Transformaciones del Análisis Procrustes generalizado. ....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 29: Representación de las J nubes parciales <math>N_{\Gamma}^j</math> en el espacio <math>R^K</math>.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 30: Principio de la representación superpuesta proporcionada por el AFM ..</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE DESCRIPTORES SENSORIALES DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO USANDO EL PERFIL <i>FLASH</i> .....	80
ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN DE <i>HOT-DOG</i> DE POLLO USANDO EL PERFIL <i>FLASH</i> .....	81
ANEXO 3: ANÁLISIS PROCRUSTES GENERALIZADO .....	82
ANEXO 4: ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE.....	85
ANEXO 5: TARJETAS <i>NAPPING</i> <sup>®</sup> DE LOS EVALUADORES .....	87
ANEXO 6: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN VECTORIAL DEL ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE.....	89
ANEXO 7: REPRESENTACIÓN SUPERPUESTA DEL PMFA DE LOS CONSUMIDORES.....	90
ANEXO 8: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y COSENO CUADRADO DE LOS DESCRIPTORES .....	94
ANEXO 9: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PERFIL DE TEXTURA DEL CONSUMIDOR .....	95
ANEXO 10: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL <i>SOFTWARE</i> R-STUDIO. ....	100

## RESUMEN

Se caracterizó sensorialmente dos marcas de *hot-dog* comerciales, del mercado limeño, y dos formulaciones obtenidas por estudios de Ingeniería Kansei, en la Planta Piloto de Alimentos de la FIAL – UNALM, mediante las técnicas *Flash Profile* y *Napping – Ultra Flash Profile*, y se obtuvo el mapa externo de preferencia. En el *Flash Profile* los consumidores generaron y calificaron sus propios descriptores, que fueron procesados con el Análisis Procrustes Generalizado (APG). En el *Napping-UFPP* los consumidores posicionaron y describieron las muestras de *hot-dog* en una hoja tamaño A3. Las coordenadas (x, y) de cada muestra y los términos descriptivos fueron procesados con el Análisis Factorial Múltiple (AFM). Se evaluó la similitud entre ambas técnicas mediante el coeficiente de correlación vectorial ( $R_v$ ), mientras que los datos de los consumidores fueron evaluados por medio de la técnica del mapa externo de preferencias para la búsqueda de características sensoriales que produzcan un incremento en la satisfacción del consumidor. Adicionalmente, se efectuó el perfil de textura del consumidor de las muestras de *hot-dog*. El índice de consenso ( $R_c = 61,2\%$ ) y la superposición de las elipses de confianza para las muestras HD2.1 y HD2.2 evidenció que el panel generó resultados consensuados; además, el coeficiente  $R_v$  (0,93) indicó la alta similitud entre ambas técnicas. Se identificaron los atributos sensoriales que influyen en la aceptabilidad de los consumidores mediante la técnica del *Flash Profile* (color rosado, olor y sabor a embutido de pollo, grasoso, masticable, jugoso, con especias y salado) y *Napping*<sup>®</sup>-*UFPP* (jugoso, grumoso, sabor a pollo, color rosado, poroso, masticable, salado y grasoso) evidenciando que ambos métodos generan mapas externos de preferencia rápidos para la búsqueda de atributos sensoriales que influyen en las respuestas hedónicas de los consumidores. Además, los consumidores fueron capaces de interpretar y cuantificar los descriptores sensoriales relacionados a textura del *hot-dog* mediante el perfil de textura del consumidor.

**Palabras claves:** análisis factorial múltiple, análisis Procrustes generalizado. Ingeniería Kansei, mapa externo de preferencia, perfil de textura del consumidor.

## ABSTRACT

Two commercial hot-dog brands from the Lima market were sensorially characterized, and two formulations obtained by Kansei Engineering studies at the FIAL Food Pilot Plant - UNALM, using the Flash Profile and Napping techniques - Ultra Flash Profile, and the external map of preference was obtained. In the Flash Profile, the consumers generated and rated their own descriptors, which were processed with the Generalized Procrustes Analysis (GPA). In the Napping-UFP, the consumers positioned and described the hot-dog samples on an A3 sheet. The coordinates (x, y) of each sample and the descriptive terms were processed with the Multiple Factor Analysis (MFA). The similarity between both techniques was evaluated by means of the vector correlation coefficient ( $R_v$ ), while the consumer data were evaluated by means of the external preference map technique to search for sensory characteristics that produce an increase in the satisfaction of the consumer. Additionally, the consumer texture profile of the hot-dog samples was carried out. The consensus index ( $R_c = 61,2\%$ ) and the superposition of the confidence ellipses for samples HD2.1 and HD2.2 showed that the panel generated consensus results; In addition, the  $R_v$  coefficient (0,93) indicated the high similarity between both techniques. The sensory attributes that influence consumer acceptability were identified using the Flash Profile technique (pink color, smell and taste of chicken sausage, fatty, chewy, juicy, spicy and salty) and Napping®-UFP (juicy, lumpy, chicken flavor, pink, porous, chewy, salty and greasy) evidencing that both methods generate rapid preference external maps for the search of sensory attributes that influence the hedonic responses of consumers. In addition, consumers were able to interpret and quantify the sensory descriptors related to the texture of the hot-dog through the texture profile of the consumer.

**Keywords:** multiple factorial analysis, generalized Procrustes analysis. Kansei engineering, external preference mapping, consumer texture profile

## I. INTRODUCCIÓN

Describir las características sensoriales de los productos ha sido una práctica común en la industria de alimentos desde hace muchos años atrás; ya sea para identificar el resultado del cambio de insumos o procesos, estimar la vida útil, asemejarse a un producto estándar, guiar la etapa de desarrollo de un nuevo producto o como medio de control de calidad. La caracterización sensorial es una de las herramientas más potentes, sofisticadas y extensamente aplicada en la ciencia sensorial, ya que proporciona una representación de los aspectos cualitativos y cuantitativos de la percepción humana. Esto permite la medición de la reacción sensorial a los estímulos generados por un producto (Stone y Sidel 2004; Lawless y Heymann 2010; Moussaoui y Varela 2010; Varela y Ares 2014).

La evaluación sensorial por consumidores y jueces no entrenados se ha convertido en un tema de investigación para la ciencia sensorial en los últimos veinte años. Cada vez existe mayor evidencia científica de que se puede emplear a jueces sin entrenamiento para describir amplias características de un determinado producto. Este hecho brinda una solución a la problemática presentada por las industrias de alimentos, y puede ser empleado como herramienta para el desarrollo y caracterización de nuevos productos (Valera y Ares 2014).

En los últimos 20 años se han desarrollado más de 15 métodos de evaluación sensorial, como el *Flash Profile* y el *Napping®-Ultra Flash Profile*, que permiten obtener el posicionamiento sensorial de un producto de una manera más rápida que un método descriptivo tradicional. Con relación al *Flash Profile*, Rason *et al.* (2006) obtuvieron el perfil sensorial de salchichas secas, Rivera *et al.* (2010) obtuvieron una alta correlación entre los datos generados por el *Flash Profile* con el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) en hamburguesas. Con relación al *Napping®-Ultra Flash Profile*, Santos *et al.* (2013) obtuvieron el perfil sensorial de mortadelas. Por otro lado, el Mapeo de Preferencia Externo permite identificar las características de un producto que influyen en la aceptabilidad del consumidor, con relación a ello, Ramírez - Rivera *et al.* (2016) aplicaron el Mapeo de Preferencia mediante el *Flash Profile* y el QDA en hamburguesas.

Actualmente los consumidores prefieren además de los aspectos racionales, los aspectos intangibles, como las emociones, para llegar a sentirse completamente satisfechos. Este comportamiento hizo que evolucionaran las estrategias de desarrollo de nuevos productos alimentarios, tratando de integrar los factores emocionales a los productos. En este sentido, la Ingeniería *Kansei* es una técnica especialmente centrada en el usuario que se basa en trasladar y plasmar las imágenes mentales, percepciones, sensaciones y gustos del consumidor en elementos de diseño que componen un producto, logrando incorporar los valores emocionales que atraen al consumidor, de forma cuantitativa (Hirata 2009; Nagamachi 2011; Nagamachi y Mohd 2011).

Ito *et al.* (1994); citados por Álvarez (2009) diseñaron un procedimiento que llamaron *Food Kansei Model*, que es un primer intento para la formulación de la relación causal entre las características de calidad y la percepción de los alimentos. Ikeda *et al.* (2004) y posteriormente Shibata *et al.* (2008) propusieron el Modelo *Kansei* Alimentario, donde establecen la correlación entre los atributos intrínsecos del alimento con la percepción de este; posteriormente, dichos atributos sensoriales son relacionados con expresiones hedónicas mediante un análisis de Regresión Múltiple. Marco-Almagro y Schütte (2014) proponen un modelo modificado para la Ingeniería *Kansei* aplicado a cañitas de carne, tipo cabanossi.

Por lo expuesto, en la presente investigación se caracterizó sensorialmente dos marcas de *hot-dog* de pollo comerciales del mercado limeño y dos formulaciones obtenidas por Ingeniería *Kansei* en la Planta Piloto de Alimentos de la FIAL – UNALM, mediante métodos descriptivos rápidos con consumidores. Para ello, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la caracterización sensorial de las muestras de *hot-dog* de pollo mediante la técnica del *Flash Profile*.
- Determinar la caracterización sensorial de las muestras de *hot-dog* de pollo mediante la técnica del *Napping*® - *Ultra Flash Profiling*.
- Determinar el nivel de similitud entre el *Flash Profile* y el *Napping*® - *Ultra Flash Profiling* a través del coeficiente de correlación vectorial (Rv).
- Determinar las características sensoriales que influyen en la aceptación del consumidor mediante la técnica del Mapeo de Preferencia Externo.
- Determinar el Perfil de Textura del Consumidor de las muestras de *hot-dog* de pollo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. DESARROLLO DE PRODUCTOS MEDIANTE MÉTODOS AFECTIVOS**

Hace algunas décadas se ha desarrollado un nuevo enfoque de diseño de productos basado en los consumidores. Este nuevo modelo de desarrollo se basa en incorporar la voz del consumidor y enfatiza la necesidad de involucrar a los consumidores desde las primeras etapas del desarrollo y, en la medida en que sea posible, en todos los aspectos del proceso, incluso después de la inserción del producto en el mercado (Bruzzone 2014).

El foco de atención en materia de investigación respecto al diseño de productos que satisfacen necesidades profundas, o bien relacionado al diseño de productos ligados al placer, actualmente recibe diversos nombres y campos de especialidad, como: diseño afectivo, ergonomía afectiva, productos placenteros o Ingeniería *Kansei* (Jordan 2000; Nagamachi 2011).

En la actualidad los consumidores no basan su elección solamente en razonamientos lógicos. Los sentimientos, las emociones y los significados, juegan un papel muy importante en el rol de la decisión de compra del consumidor. Por este motivo, el desarrollo actual busca integrar el significado afectivo en los productos, de tal modo que evoquen emociones que permitan no solo llegar al cerebro a través de los sentidos; sino además al corazón a través de las emociones (López *et al.* 2011).

#### **2.1.1. MÉTODOS PARA INCLUIR LA VOZ DEL CONSUMIDOR**

Las organizaciones usan una variedad de métodos para recolectar información sobre las necesidades y expectativas del consumidor. Algunos de estos enfoques para recopilar información incluyen tarjetas de comentarios y encuestas formales, grupos de enfoque, contacto directo con el cliente, inteligencia de campo, análisis de quejas, y navegar por internet y las redes sociales (Evans y Lindsay 2015).

### **a. Encuestas formales**

Los métodos de encuesta de recopilación de datos han servido bien a la ciencia del consumidor durante muchos años. Son medios fáciles para solicitar información al consumidor. Por lo general, se concentran en medir la satisfacción del consumidor y, a menudo, contienen preguntas concernientes a la percepción del consumidor sobre la importancia de dimensiones particulares de calidad al igual que preguntas abiertas. Sin embargo, las encuestas demasiado largas, así como encuestas de *spam*, encuestas telefónicas no solicitadas y encuestas emergentes, etc., han causado fatiga entre la población de consumidores causando tasas de respuesta mucho menores que las obtenidas en el pasado (Evans y Lindsay 2015; O'Sullivan 2017).

### **b. Grupos de enfoque y pruebas sensoriales con consumidores**

Un grupo de enfoque es un panel de individuos (consumidores o no) que responden preguntas sobre los productos y servicios de una compañía. Este tipo de entrevista permite a una empresa seleccionar con cuidado la composición del panel y sondear a profundidad a sus integrantes sobre cuestiones importantes, como comparar las experiencias con las expectativas. Una de sus desventajas consiste en su mayor costo de implementación en comparación con otros tipos (Evans y Lindsay 2015).

Tradicionalmente, las pruebas sensoriales con consumidores se efectúan en cabinas sensoriales aisladas donde se controla la influencia de los atributos no productivos (por ejemplo, ambientales). Estos entornos altamente controlados eliminan la información contextual significativa (visual, auditiva y olfativa) importante para formar las percepciones, los gustos y los comportamientos del consumidor. Además, el aburrimiento y la falta de compromiso pueden dar lugar a la generación de datos engañosos (Bangcuyo *et al.* 2015).

### **c. Empleo de tecnología, internet y redes sociales**

La Internet y las redes sociales como *Facebook* ofrecen a las organizaciones un campo fértil para averiguar lo que piensan los consumidores sobre sus productos. Los usuarios de internet con frecuencia buscan consejo de otros consumidores sobre las fortalezas y debilidades de los productos, comparten experiencias acerca de la calidad del servicio o plantean problemas específicos que necesitan resolver. El costo de supervisar las conversaciones en internet es

mínimo comparado con los de otros tipos de encuesta, y los consumidores no tienen prejuicios respecto a las preguntas que puedan hacerseles. Sin embargo, las conversaciones pueden ser menos estructuradas y poco definidas; y, por tanto, contener menos información (Evans y Lindsay 2015).

Las encuestas en línea presentan la desventaja que el investigador no tiene control sobre el entorno de evaluación y no tiene acceso a la encuesta en línea (a través de ordenadores o dispositivos móviles), por lo que puede tener dificultades para verificar a los encuestados (O'Sullivan 2017).

## **2.1.2. HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO AFECTIVO**

López *et al.* (2011) afirman que existen ciertos métodos y herramientas relacionadas con el diseño afectivo, entre los principales tenemos: el diferencial semántico, análisis conjunto, modelo Kano y herramienta PrEmo. No obstante, aunque todos estos métodos tienen que ver con el impacto subjetivo, ninguno de ellos puede traducir este impacto en parámetros de diseño de un modo preciso. Sin embargo, esto puede llevarse a cabo mediante la Ingeniería *Kansei*, que actualmente es considerada la metodología más importante dentro del campo de investigación del diseño afectivo.

### **a. El Diferencial Semántico (DS)**

El diferencial semántico fue desarrollado a mediados de los años 50 por el político, sociólogo y psicólogo Osgood, en colaboración con Suci y Tannenbaum. En sus estudios definieron que la semántica del producto enfatiza el lenguaje comunicativo del producto y presta atención a las relaciones y expectativas del usuario, es decir, considera al producto como un portador de mensajes, compuesto de formas, deseos, emociones o recuerdos (Vergara *et al.* 2006).

El diferencial semántico es una herramienta que ha permitido a los investigadores conocer los diferentes matices del significado, basándose en la premisa de que cuando se expresan palabras que pretenden comunicar cierto significado, ésta adquiere dos dimensiones de valor conceptual. El primero es denotativo y corresponde al que se encuentra en los diccionarios, y el segundo es connotativo y se refiere a la percepción personal de dicho concepto. El significado connotativo puede variar en su intensidad, particularmente cuando se aplica a

adjetivos que con su significado llevan a sentir mayor o menor grado de emoción. Es en este punto donde se encuentra la aplicación a la interpretación del contenido emocional que tienen ciertas palabras o conceptos, ya que al seleccionar adjetivos que permitan calificar diferentes atributos de los productos, se pueden inferir las emociones correspondientes y su grado de intensidad (Vergara *et al.* 2006; López *et al.* 2011).

### **b. Análisis conjunto**

El análisis conjunto es un método que permite ponderar diferentes productos con respecto a otros con el objetivo de identificar qué atributos de los productos son preferidos por un cierto grupo de consumidores, así como el precio que están dispuestos a pagar (Esequiel y Aldas 2005; López *et al.* 2011).

La mayor suposición en el análisis conjunto es que las opiniones sobre los atributos pueden ser divididas en atributos separados o características de los productos. Esto significa que la combinación de los diferentes atributos como precio, color, marca, etc., tienen una influencia conjunta en la decisión del consumidor a la hora de comprar el producto o no (López *et al.* 2011).

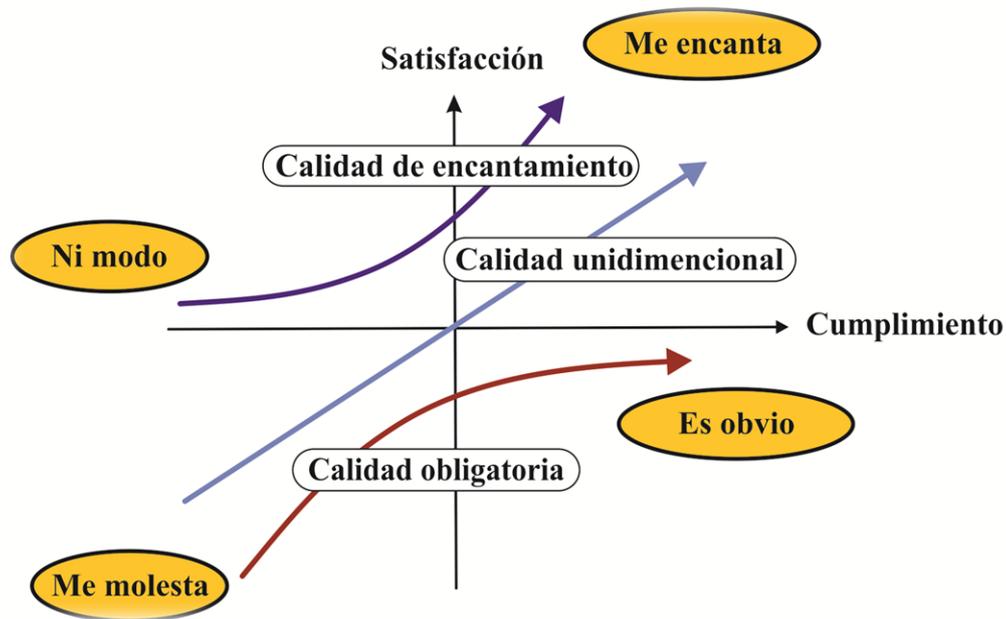
### **c. Modelo Kano**

El modelo Kano es una teoría de desarrollo de producto y satisfacción del consumidor desarrollada en los años 80 por el profesor Noriaki Kano, que permite extraer aquellas características que no se mencionan, pero que son de gran importancia para que el nuevo producto se introduzca con éxito en el mercado (Hirata 2009; López *et al.* 2011).

En el contexto de la integración de los sentimientos en los productos, el modelo Kano es de gran relevancia. La mayoría de las propiedades de los productos tienen un impacto emocional en la mente del consumidor y el objetivo del productor es que éste sea positivo; es decir, el consumidor debe mostrarse sorprendido positivamente acerca de una determinada característica que desde luego está estrechamente relacionada con el afecto del consumidor (Schütte 2002; 2005).

El modelo Kano presentado en la Figura 1, donde la abscisa muestra el grado de cumplimiento de la calidad y la ordenada el grado de satisfacción de los consumidores,

distingue tres tipos de atributos: unidimensionales, obligatorios y de encantamiento (Schütte 2002; 2005).



**Figura 1: Modelo Kano.**

FUENTE: Hirata 2009.

Los atributos unidimensionales están relacionados con la generación de satisfacción en la medida en que el proveedor cumple con lo prometido (esto sucede cuando el cliente tiene una relación inicial con el producto). Estas características aumentan el agrado cuando las el producto da lo que esperan los consumidores (Hirata 2009; Meilgaard *et al.* 2016).

Los atributos obligatorios están relacionados con el mayor conocimiento del proveedor y sus productos; ya que, una vez que el cliente ha manifestado sus necesidades, éstas se vuelven obligatorias. Estos atributos no aumentan el agrado, pero su ausencia o mala ejecución causa insatisfacción (Hirata 2009; Meilgaard *et al.* 2016).

Los atributos de encantamiento son las fuentes de diferenciación en los mercados ya que no son obligatorias, pero satisfacen necesidades latentes y profundas por lo que provocan altos niveles de satisfacción. Son características latentes que los consumidores no pueden articular o imaginar conscientemente. Estas son características nuevas e inesperadas que sirven para impresionar (Hirata 2009; Meilgaard *et al.* 2016).

Existen además los atributos indiferentes (*indifferent*), donde su presencia o ausencia no contribuye ni a aumentar ni a disminuir la satisfacción del cliente. Los atributos cuestionables (*questionable*) producen valoraciones contradictorias, por lo que generalmente las respuestas no caen en esta categoría. Los resultados cuestionables significan que la pregunta fue expresada incorrectamente, o que la persona entrevistada entendió mal la pregunta o señaló una respuesta incorrecta por error. Los atributos opuestos (*reverse*) son características del producto que no solamente no son deseadas por el cliente sino que él incluso espera lo opuesto (Toro 2009; Coleman 2015).

La teoría de Kano indica que los atributos de un producto son dinámicos, esto significa que a través del tiempo un atributo cambiará de ser un atributo indiferente a ser uno atractivo y de ser un atributo atractivo a ser uno unidimensional, y de ser un atributo unidimensional a ser uno obligatorio (Toro 2009; Kano 2001).

La aplicación del modelo Kano se basa en varios principios: (a) El valor atrae a los clientes, (b) la calidad mantiene a los clientes y genera lealtad, (c) la innovación es necesaria para diferenciar y competir en el mercado, (d) no todos los atributos tienen el mismo valor a los clientes, y (e) las necesidades de los consumidores evolucionan de tal manera que los atributos innovadores (atractivos) pueden ser esperados en el tiempo y se necesita una nueva innovación (Meilgaard *et al.* 2016).

#### **d. Ingeniería *Kansei***

En el año 1975 el Dr. Mitsuo Nagamachi fundó en la Universidad de Hiroshima la Tecnología *Jocho* que posteriormente sería conocida como Ingeniería *Kansei*, la cual se posesiona como una metodología para traducir, primeramente, las necesidades ergonómicas del consumidor en el diseño de un nuevo producto. Sin embargo, posteriormente evolucionaría hacia la traducción de necesidades afectivas, sentimentales, emocionales y racionales de los mercados, en parámetros de diseño (Nagamachi 2011; Marco-Almagro 2011).

La Ingeniería *Kansei* es una metodología de desarrollo de productos orientada al usuario que permite trasladar las percepciones emocionales de los consumidores en características de

diseño, logrando incorporar al producto esos valores emocionales que atraen al consumidor de una forma cuantitativa (Nagamachi 2011).

La palabra *Kansei* es una palabra japonesa cuyo significado es cercano a un sentimiento psicológico más que a una emoción. *Kansei*, en el contexto de desarrollo de un nuevo producto, se puede definir como la impresión que una persona tiene de un determinado producto, entorno o situación, utilizando sus sentidos de vista, audición, tacto, olfato y la cognición (Schütte 2005; Hirata 2009; Nagamachi 2011).

Según Hirata (2009), *Kansei* es el sentimiento (imagen mental) generado por el procesamiento cognitivo de un conjunto de sensaciones (emociones). Cuando un estímulo externo es capturado por nuestros sentidos, es procesado basado en las vivencias, experiencias y conocimientos de un consumidor, para provocar una respuesta llamada sentimiento (consciente o inconsciente) que se traduce en imágenes o impresiones subjetivas.

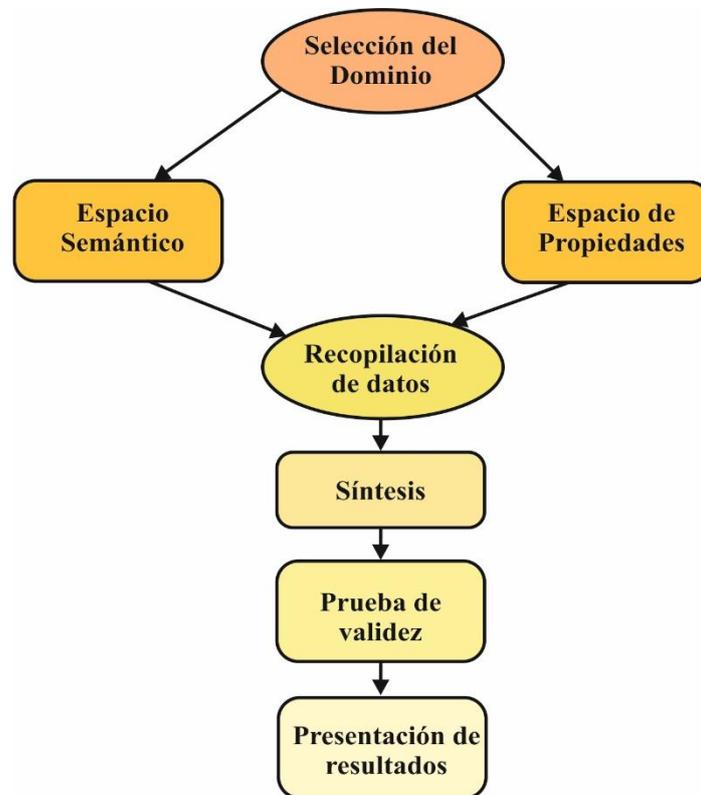
- **Tipos de Ingeniería *Kansei***

Desde el desarrollo de la Ingeniería *Kansei* a principios de los años 80, un gran número de universidades y empresas han adoptado e implementado ésta metodología en sus desarrollos de productos o servicios. La Ingeniería *Kansei* puede ser aplicada de diferentes modos usando diferentes aproximaciones. Hasta el momento se han desarrollado, probado y testado seis metodologías o tipos: (a) Ingeniería *Kansei* tipo I – clasificación de categorías, (b) Ingeniería *kansei* tipo II - Sistema de Ingeniería *Kansei* (KES), (c) Ingeniería *Kansei* tipo III - Sistema de Ingeniería *Kansei* Híbrido, (d) Ingeniería *Kansei* tipo IV - mediante modelización, (e) Ingeniería *Kansei* tipo V - Ingeniería *Kansei* Virtual y, (f) Ingeniería *Kansei* tipo VI – diseño colaborativo con Ingeniería *Kansei* (López *et al.* 2011; Nagamachi 2011; Nagamachi y Mohd 2011; Álvarez y Álvarez 2011).

- **Modelo general modificado de Ingeniería *Kansei***

Marco-Almagro (2011) modificó el modelo general de Ingeniería *Kansei* propuesto por Schütte (2005), incorporando una nueva fase antes de la fase de síntesis, llamándola "recopilación de datos" y cambiando el último paso llamado "construcción del modelo" por

"presentación de los resultados". Además, menciona que el modelo presentado en la Figura 2 es aplicable para estudios de Ingeniería *Kansei* tipo II, III y IV.



**Figura 2: Modelo general adaptado para la aplicación de la Ingeniería Kansei.**

FUENTE: Adaptado de Marco-Almagro 2011.

El dominio *Kansei* puede entenderse como el concepto ideal de un cierto producto. La selección del dominio incluye la definición del tipo de mercado y del público objetivo, el nicho de mercado así como las especificaciones del nuevo producto (Nagamachi 2011; Schütte *et al.* 2004).

En la determinación del espacio semántico se establecen las palabras *Kansei* que serán utilizadas en el estudio para evaluar los prototipos elaborados. Por lo general, las palabras *Kansei* son adjetivos; sin embargo, también pueden utilizarse verbos, sustantivos y oraciones, incluso jergas si es que estas describen mejor la idea o sentimiento que se desea expresar (Schütte 2005; Hirata 2009; Marco-Almagro 2011).

En la fase de espacio de propiedades se preparan las muestras de productos existentes o prototipos híbridos compuestos por partes de varios productos; además, a través de consulta de materia relacionado con el producto, se identifican y recopilan potenciales propiedades del mismo. Se seleccionan los productos más representativos para el estudio, que formarán junto con sus categorías, el conjunto de propiedades, que normalmente se expresa en forma de una tabla, llamada matriz de propiedades (Álvarez y Álvarez 2011; López *et al.* 2011; Ramírez 2013).

La fase de recopilación de datos es una de las más importantes en un estudio de Ingeniería *Kansei*. Si los datos en bruto no son confiables, las conclusiones del estudio van a ser pobres o incluso erróneas, sin importar la sofisticación del análisis estadístico realizado en etapas posteriores. Además, la forma en que se recojan los datos determina, al menos en cierto grado, el tipo de análisis que se puede realizar posteriormente. Los datos de un estudio de Ingeniería *Kansei* se pueden recoger de manera presencial o a través de Internet. Realizar una encuesta por Internet es fácil y no es muy caro, por lo que el número de participantes puede ser bastante alto; sin embargo, plantea varios problemas (Marco-Almagro 2011):

- No es posible utilizar productos reales como estímulos. Aunque se utilicen, además de fotografías, videos para presentar los productos, la anchura del canal afectivo probablemente será más estrecha que en un estudio de Ingeniería *Kansei* presencial ya que los sentidos como el olfato, gusto o el tacto no pueden participar en esta evaluación (Marco-Almagro 2011).
- Es necesario algún tipo de plataforma de Internet para la recogida de los datos (como por ejemplo *KESoft*, desarrollado por el grupo de Ingeniería *Kansei* en Linköpings Universitet) (Marco-Almagro 2011).
- A pesar de que es más fácil tener un grupo numeroso de encuestados, existe el riesgo de tener una muestra autoseleccionada; lo que generaría mayor sesgo en los resultados (Marco-Almagro 2011).

Desde otro punto de vista, la recogida de datos desde un ordenador (no necesariamente a través de Internet) presenta las siguientes ventajas (Marco-Almagro 2011):

- Todos los datos están disponibles inmediatamente en forma electrónica (sin la necesidad de copiar datos de hojas de papel a la computadora).
- Se tienen algoritmos en tiempo real y la asignación al azar de los estímulos para cada participante es sencilla.

La etapa de síntesis establece y cuantifica las relaciones existentes entre cada una de las propiedades que poseen los estímulos analizados y las palabras *Kansei* analizadas. Para cada palabra *Kansei*, se puede establecer el impacto que tiene globalmente todo el espacio de propiedades sobre ella, pero también se puede determinar qué propiedad, tiene un efecto significativo sobre cada *Kansei* (Álvarez y Álvarez 2011).

Para establecer y cuantificar la relación entre las categorías de las propiedades de los estímulos y la valoración de cada palabra *Kansei*, se construye un modelo matemático con la siguiente forma:

$$Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_k)$$

Donde Y es la valoración *Kansei* promedio y  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$  son las variables que indican las categorías evaluadas de las propiedades de los productos (Álvarez y Álvarez 2011).

Una vez que se ha completado la etapa de síntesis, se revelan los factores que tienen efecto significativo para cada palabra *Kansei*. En la actualidad no hay mucha literatura disponible acerca de la prueba de la fase de validez; sin embargo, Marco-Almagro (2011) y Álvarez y Álvarez (2011) recomiendan realizar algunos experimentos de confirmación. Por ejemplo, en su estudio sobre el desarrollo de un jugo altamente emocional, reportaron que el hielo afecta a la percepción de ser refrescante; por lo cual, evaluaron el prototipo con algunas personas (diferente de los participantes en el estudio principal, pero que pertenece al mismo grupo objetivo), preguntándoles específicamente si ellos consideran que el jugo era refrescante.

La última fase en el modelo para la realización de estudios en Ingeniería *Kansei* es la presentación de los resultados. Se llama así porque se destaca la importancia de dar resultados de una manera accesible; ya que a menudo, los investigadores en Ingeniería

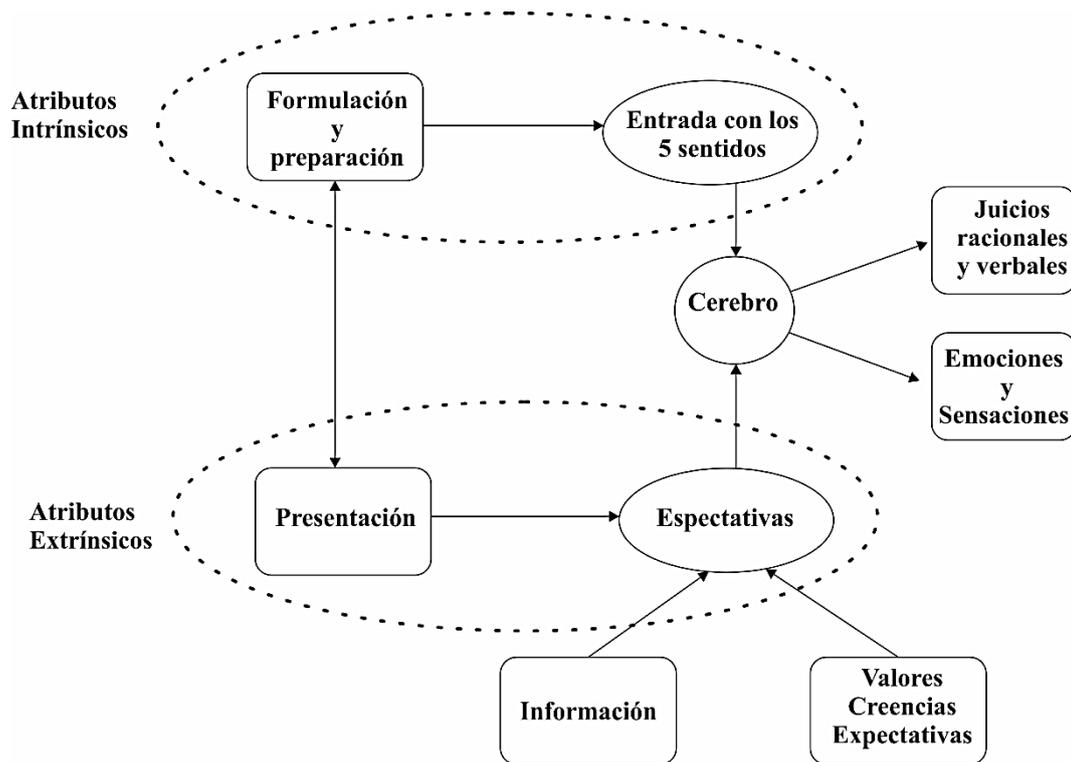
*Kansei* son ingenieros industriales, expertos en marketing o técnicos que generalmente utilizan términos estadísticos. Esta es una razón importante para preferir presentar resultados gráficos en lugar de salidas numéricas. Sin embargo, es recomendable presentar ambos tipos de resultados (Marco-Almagro 2011; Álvarez y Álvarez 2011).

- **La Ingeniería *Kansei* en los alimentos**

La aplicación de la Ingeniería *Kansei* al desarrollo de alimentos es un área de investigación reciente, aunque en Japón ya se viene investigando desde la década de los noventa y se han desarrollado modelos conceptuales. La investigación técnica ha puesto poca atención a los aspectos emocionales en los alimentos y se han centrado durante décadas en los aspectos sensoriales. El análisis sensorial, como metodología de medición, se ha desarrollado significativamente y los avances tecnológicos han permitido ampliar las tecnologías de medición, lo que ahora se ha llamado sensometría (Álvarez 2009).

Ito *et al.* citados por Álvarez (2009) formularon un modelo general que llamaron “*Food Kansei Model*” (Figura 3), que es un primer intento para la formulación de la relación causal entre las características de calidad y la percepción de alimentos. En el modelo se integran los atributos intrínsecos y extrínsecos que poseen los alimentos.

Álvarez (2009) menciona que los atributos intrínsecos se relacionan con factores de percepción (asociados a los sentidos del gusto, olfato y tacto) que representan las características del alimento tales como las componentes químicas y estructuras físicas. Los factores extrínsecos se relacionan con factores cognitivos (asociados a los sentidos de la vista y oído) que representan las características como están presentadas (servido en un plato, envasado o empaquetado) o exhibido (publicidad) en el producto. Por otro lado, Schütte (2005) considera que la percepción de un *Kansei* específico, depende del producto (imagen o estímulo) mismo y del contexto del entorno. Este contexto en Japón se llama el *Gemba* (sitio donde se realiza la acción). Lee *et al.* (2002) contraponen el concepto de *Kansei* y *Chisei*. El planteamiento se orienta a que cuando una persona se expone a un producto (imagen o estímulo), se producen emociones que están asociadas a la forma de percepción del estímulo mismo. Así se plantea, que el sentimiento-emoción que está asociada a las imágenes y a la creatividad, se refiere al *Kansei* y por otro lado, la lógica que está asociada a las palabras y al conocimiento, se refiere al *Chisei* (factores racionales).



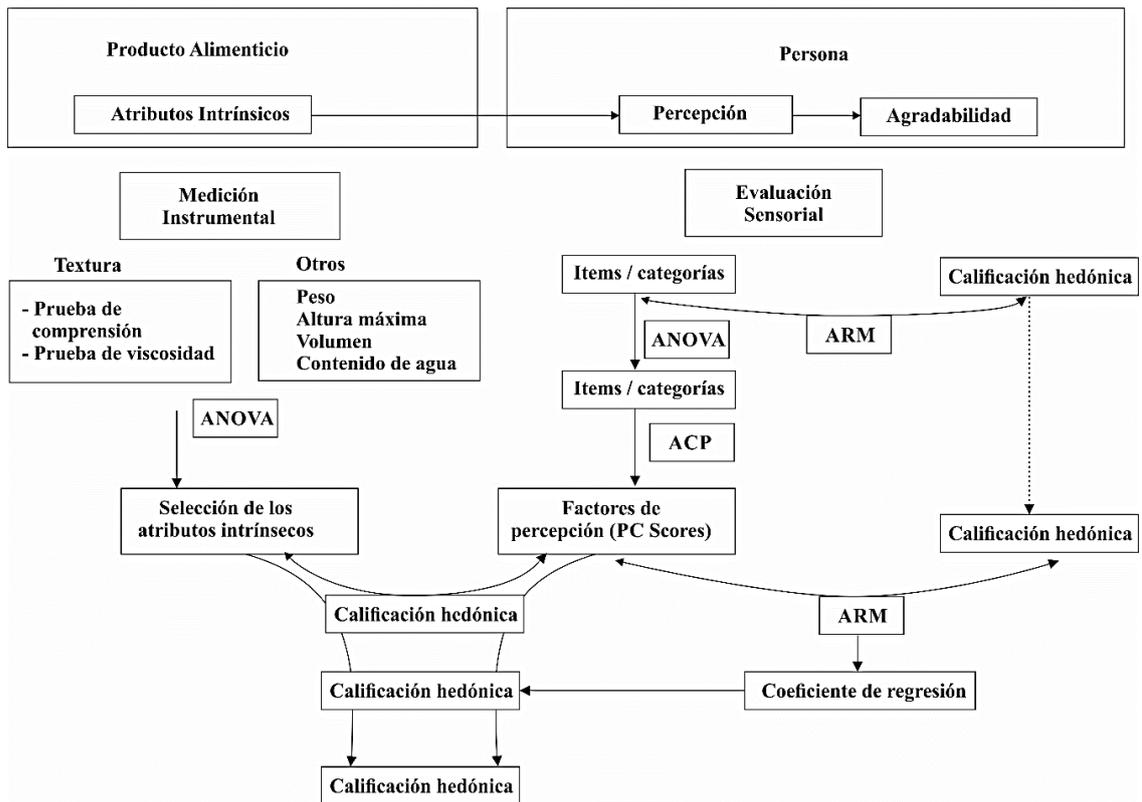
**Figura 3: Modelo conceptual del Kansei en los alimentos.**

FUENTE: Adaptado de Álvarez 2009.

Ikeda *et al.* (2004) y posteriormente Shibata *et al.* (2008) propusieron un modelo *Kansei* alimentario (Figura 4) en donde establecen la correlación entre los atributos intrínsecos del alimento con la percepción de éste. Posteriormente, dichos atributos sensoriales generados serían relacionados con expresiones hedónicas mediante un análisis de regresión múltiple.

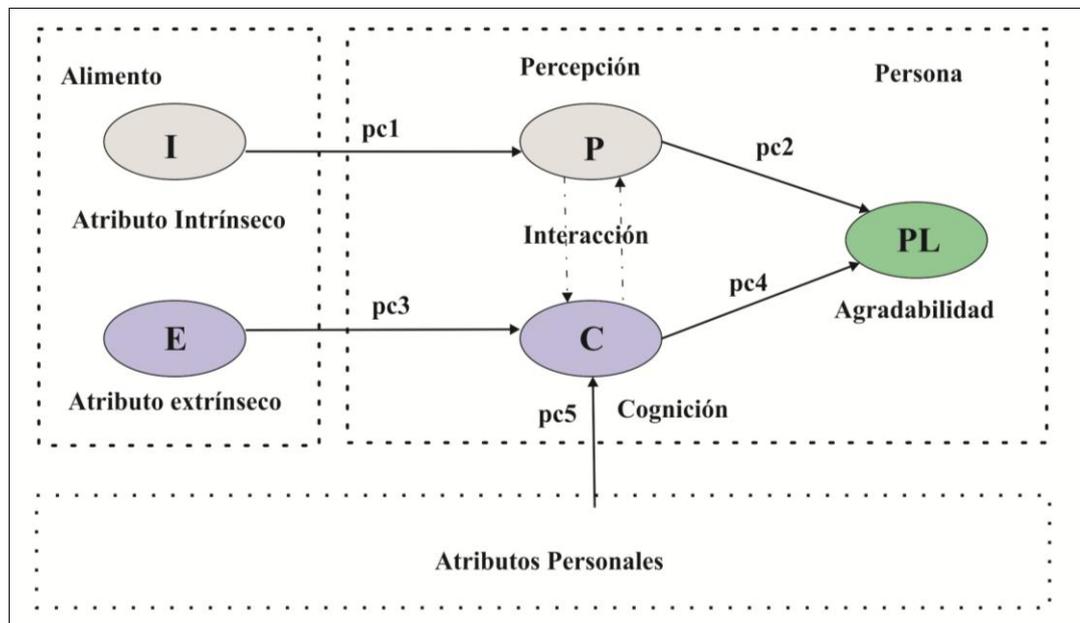
Desde entonces, la aplicación de la Ingeniería *Kansei* en el ámbito de los alimentos se ha conducido por correlacionar propiedades fisicoquímicas con elementos sensoriales y éstos con expresiones hedónicas mediante análisis de regresión múltiple. En mención a esto, Ikeda *et al.* (2004) desarrollaron sabores de bebidas de té verde teniendo en cuenta los datos de la cromatografía de gas realizado a los compuestos volátiles y los sabores percibidos por los consumidores. En contraste, Schütte (2013) evaluó mediante la ruta de percepción (Figura 5) la coherencia afectiva del exterior e interior de *snacks* de chocolate.

Olivera, citado por Álvarez (2009) propuso un nuevo esquema de tecnología de diseño y desarrollo de alimentos, formulando un modelo sistémico que distingue dos respuestas como



**Figura 4: Ruta de la percepción en el modelo Kansei alimentario y procedimiento de análisis de datos.**

FUENTE: Adaptado de Shibata *et al.* 2008.



**Figura 5: Modelo Kansei alimentario modificado para integrar las diferencias individuales en los atributos personales.**

FUENTE: Adaptado de Ueda *et al.* 2008.

parámetros importantes en el diseño de alimentos: las respuestas racionales y las emocionales. Además, señala que las respuestas racionales (están asociadas al juicio racional y verbal) son las que se controlan actualmente mediante análisis sensorial y quimiométrico, mientras que las emocionales apenas se consideran de forma subjetiva, sin ninguna metodología.

Ueda *et al.* (2008), en un estudio dónde compararon a panelistas expertos de una empresa con consumidores, concluyeron que existen diferencias entre ambos y para ser incluidas en el modelo *Kansei* alimentario éste debe ser modificado (Figura 5). A estas diferencias individuales las llamó atributos personales las cuales incluyen: la edad, el género, la experiencia de producción y la frecuencia de consumo, entre otras. Además menciona que al realizar una evaluación sensorial con panel experto los resultados que estos den serán similares a lo de los consumidores siempre y cuando se realice una segmentación del mercado.

Marco-Almagro y Schütte (2014) proponen un modelo modificado para la Ingeniería *Kansei* aplicado a alimentos, en el cual identifican a los atributos intrínsecos en el espacio de propiedades. Estas propiedades físicas medibles del producto son seleccionadas de acuerdo a su capacidad para crear un impacto afectivo en el consumidor. En un paso paralelo, se seleccionan las propiedades semánticas, las cuales son separadas en "expresiones hedónicas" y "atributos sensoriales". Por último se realiza una etapa de síntesis y validación del modelo.

## **2.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS**

La evaluación sensorial es definida como una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a las características de los alimentos y materiales; las cuales son percibidas por los sentidos de olfato, gusto, tacto, vista y oído (Stone y Sidel 2004).

Los principales propósitos de la definición fueron dejar en claro que la evaluación sensorial abarca todos los sentidos y no se limita a los alimentos. La definición también recuerda a todos que la evaluación sensorial se deriva de varias disciplinas diferentes, pero enfatiza la base conductual de la percepción. Estas disciplinas incluyen: psicología experimental, social, conductual y fisiológica, estadística, economía doméstica, investigación de mercado y un conocimiento práctico de la tecnología de los productos. Como indica la definición, la

evaluación sensorial implica la medición y evaluación de las propiedades sensoriales de los alimentos y otros materiales; sin embargo, también implica el análisis y la interpretación de las respuestas por parte del profesional sensorial (Stone *et al.* 2012).

Los científicos han desarrollado recientemente pruebas sensoriales como una metodología formalizada, estructurada y codificada, y continúan desarrollando nuevos métodos y refinando los existentes. El papel de la evaluación sensorial es proporcionar información válida y confiable a la investigación y desarrollo (I + D), producción y comercialización para que la administración pueda tomar decisiones comerciales sensatas sobre las propiedades sensoriales percibidas de los productos. El objetivo final de cualquier programa sensorial debe intentar encontrar el método más rentable y eficiente con el cual obtener la información necesaria para la toma de decisiones (Meilgaard *et al.* 2016).

La evaluación sensorial comprende una serie de pruebas clasificadas en función a distintos criterios, según cada autor, siendo uno de los más empleados el tipo de información que proporcionan. Barda, citado por Aguiar (2009), indica que se habla de tres grandes grupos: discriminativo, descriptivo y afectivo. Stone y Sidel (2004) corroboran esta clasificación.

#### **a. Pruebas afectivas**

El objetivo principal de las pruebas afectivas es evaluar la respuesta personal (preferencia o aceptación) de los consumidores actuales o potenciales de un producto, de una idea de producto o de características específicas del producto. En el proceso de evaluación del producto, las pruebas afectivas usualmente, pero no siempre, siguen a las pruebas sensoriales analíticas de discriminación y análisis descriptivo. Desde una perspectiva de la ciencia sensorial, las pruebas de aceptación deben tener un significado específico con respecto al objetivo de la investigación, la metodología, los criterios de calificación de los participantes y los resultados clave. La experiencia ha demostrado que las pruebas de aceptación sensorial son rentables y una herramienta de evaluación muy útil antes de que se realicen compromisos de proyectos a gran escala (Meilgaard *et al.* 2016; Stone *et al.* 2012).

Un panel de jueces entrenados debería haber demostrado diferencias sensoriales que pueden recomendarse para proceder a pruebas de consumo a mayor escala, generalmente realizadas por estudios de mercado o información del consumidor. Esta tarea de evaluación o

evaluación se conoce como aceptación, preferencia, orientación o prueba del consumidor, etiquetas que pueden tener diferentes significados dependiendo de la experiencia y las responsabilidades profesionales (Stone *et al.* 2012).

La preferencia es esa expresión de atractivo de un producto frente a otro. La preferencia puede medirse directamente mediante la comparación de dos o más productos entre sí; es decir, cuál de dos o más productos es el preferido. Para ser más eficiente, la ciencia sensorial debe enfatizar la medición del gusto / aceptación del producto en pruebas multiproducto y, a partir de estos datos, determinar indirectamente las preferencias (Stone *et al.* 2012).

No se puede invertir en un producto que no fue del agrado del consumidor debido a una deficiencia sensorial. Por lo tanto, se estableció una metodología de prueba que dará una estimación de la aceptación del producto basado en lo que Cardello y Schutz (2003) llaman sus propiedades sensoriales intrínsecas (por ejemplo, relacionadas con los ingredientes y el proceso). Sin embargo, esta medida de aceptación sensorial no garantiza el éxito en el mercado ya que la presencia de las variables extrínsecas, como el empaquetado, el precio, la publicidad y la segmentación del mercado, tendrán un efecto. Sin embargo, sí proporciona una buena indicación del potencial del producto en sí (Stone *et al.* 2012).

Además, la prueba de aceptación sensorial no implica una participación en el mercado porque este tema está más allá del alcance y la responsabilidad de la evaluación sensorial. En ese sentido, la respuesta sensorial es una medida pasiva; es decir, no se infiere ninguna acción del encuestado. Es posible obtener una medida más orientada a la acción mediante el uso de la escala de calificación de la acción alimentaria (Schutz 1965). Esta escala requiere que el sujeto calcule la frecuencia de consumo (o uso) de un producto. Finalmente, la aceptación sensorial también puede y debe medirse como una función del producto en una situación de consumo normal, como ocurriría en una prueba de uso doméstico (Stone *et al.* 2012).

#### **b. Pruebas discriminativas**

Las pruebas de discriminación deben usarse cuando el especialista sensorial desea determinar si dos muestras son perceptiblemente diferentes. Las pruebas de diferencia implican un comportamiento de elección, el sujeto debe seleccionar un producto como

diferente de otro o, de acuerdo con criterios específicos, seleccionar el que tiene más de una característica específica (Meilgaard *et al.* 2016; Stone *et al.* 2012).

Las pruebas de discriminación se pueden usar cuando los desarrolladores de productos reformulan un producto mediante el uso de diferentes ingredientes, al tiempo que no desean que el consumidor detecte la diferencia; también, cuando se realiza un cambio en el proceso que se espera que no afecte a las características sensoriales del producto. En ambos casos, el objetivo de la prueba de discriminación no es rechazar la hipótesis nula. Sin embargo, cuando una compañía reformula un producto para hacer una versión "nueva, mejorada", la prueba de discriminación podría usarse para indicar que las dos formulaciones se perciben como diferentes. En este caso, el objetivo de la discriminación es rechazar la hipótesis nula (Lawless y Heymann 2010).

### **c. Pruebas descriptivas**

El análisis descriptivo es la metodología disponible más sofisticada para el profesional sensorial. Los resultados de una prueba de análisis descriptivo proporcionan descripciones sensoriales completas de una serie de productos, proporcionan la base para identificar similitudes y diferencias entre los productos, además, para determinar los atributos sensoriales que son importantes para la aceptación del consumidor. Los métodos descriptivos implican el entrenamiento de jueces para determinar cuantitativamente los atributos sensoriales en una muestra. Los evaluadores están capacitados para medir los atributos asociados con las modalidades sensoriales relevantes de apariencia, aroma, sabor, textura, sabor y retrogusto (Varela y Ares 2014; Lawless y Heymann 2010; Stone *et al.* 2012; O'Sullivan 2017).

Existen varios métodos para describir las características sensoriales de los productos; entre ellos tenemos el Perfil del Sabor, Perfil de Textura, QDA<sup>®</sup> y *Spectrum*<sup>®</sup>. Actualmente el más usado es el análisis descriptivo genérico, que comprende una combinación de los principios básicos de QDA<sup>®</sup> y *Spectrum*<sup>®</sup> (Lawless y Heymann 2010; Valera y Ares 2014).

Un análisis descriptivo generalmente tendrá entre seis y diez panelistas que han sido capacitados, con el uso de estándares de referencia, para comprender y acordar el significado

de los atributos utilizados. Por lo general, utilizarían una escala cuantitativa de intensidad que permite que los datos se analicen estadísticamente (Lawless y Heymann 2010).

En el Cuadro 1, se muestra una clasificación de los métodos descriptivos más comunes, el tipo de panelistas que requiere su empleo y el análisis estadístico respectivo.

**Cuadro 1: Clasificación de los métodos discriminativos más comunes**

<b>MÉTODO</b>	<b>TIPO DE PANELISTAS</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS</b>
Análisis del Perfil del sabor®	Seleccionado por su interés, habilidad para discriminar diferencias y resultados reproducibles.	Representación gráfica Componentes principales y Análisis de varianza multivariado
Análisis del Perfil de Textura®	Agudeza sensorial normal.	Representación gráfica, Componentes Principales, y Análisis de varianza multivariado
Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA®)	Recalificación periódica.	Análisis de varianza, Análisis de Regresión, Análisis Factorial, Representación gráfica

FUENTE: Meilgaard *et al.* 2016

### 2.3. MÉTODOS DESCRIPTIVOS RÁPIDOS CON CONSUMIDORES

Desde el año 1975 ya se comenzó a incluir a los consumidores para evaluar atributos de textura de alimentos. Szczesniak y colaboradores simplificaron el procedimiento del Perfil de Textura hasta el punto en que puede ser utilizado por paneles de consumidores (Szczesniak *et al.* 1975; citados por Bourne 2002).

El método del Perfil de Textura del Consumidor representa una combinación de la terminología de la textura popular, términos de textura clasificados usados por el panel entrenado, y una técnica de medición en orden de un diferencial semántico. Es decir, está basado en una hoja de clasificación (Figura 6) que consiste de un número de palabras

texturales descriptivas aleatorias aplicables al producto a ser evaluado. Los consumidores marcan una de las seis casillas junto a cada palabra para indicar el grado en que sienten que la muestra tiene la característica de textura descrita por ese término, que va de 1 (nada) a 6 (mucho) (Szczeniak *et al.* 1975; citados por Bourne 2002).

	NADA			MUCHO		
CROCANTE	<input type="checkbox"/>					
SUAVE	<input type="checkbox"/>					
AIROSO	<input type="checkbox"/>					
QUEBRADIZO	<input type="checkbox"/>					
REGORDETE	<input type="checkbox"/>					
ESCAMOSO	<input type="checkbox"/>					
EMPAPADO	<input type="checkbox"/>					
SECO	<input type="checkbox"/>					
MALO	<input type="checkbox"/>					
FIBROSO	<input type="checkbox"/>					
CRUJIENTE	<input type="checkbox"/>					
DURO	<input type="checkbox"/>					
RESBALADIZO	<input type="checkbox"/>					
MASOSO	<input type="checkbox"/>					
BUENO	<input type="checkbox"/>					
ARENOSO	<input type="checkbox"/>					

**Figura 6: Hoja de evaluación típica del Perfil de Textura del Consumidor.**

FUENTE: Szczeniak *et al.* 1975; citados por Bourne 2002.

Si bien es cierto que el Perfil de Textura del Consumidor es realizado con un panel no entrenado, la lista de términos descriptivos es compilada por un panel entrenado, por lo cual se debe realizar el procedimiento de entrenamiento del panel de textura (Szczeniak *et al.* 1975).

El desarrollo de los métodos de Perfil de Libre Elección (PLE) y *Repertory Grid* (RG) en la década de los 80's fue un punto de inflexión, ya que abrió la puerta al empleo de consumidores para la descripción sensorial. Desde entonces, el análisis descriptivo dio cabida a lo que es hoy, con una amplia gama de métodos que varían en su enfoque y resultados, con diferentes grados de dificultad y que se pueden usar con los paneles que varían en número de personas y el grado de formación (Varela y Ares 2014).

En términos generales, las nuevas metodologías para la caracterización sensorial o técnicas de perfil del consumidor se basan en diferentes enfoques. Hay métodos basados en la evaluación de los atributos individuales, como los comúnmente realizados en el perfil convencional: Perfil de Libre elección (PLE), Marque todo lo que corresponda (CATA), y el *Flash Profile*. Otros métodos se basan en la evaluación de las diferencias globales, como el *Sorting Task* y el *Napping*®. Otras alternativas son el Posicionamiento Sensorial Polarizado (PSP) y métodos basados en la evaluación o descripción de los productos individuales, como preguntas globales abiertas. Cada enfoque es el más adecuado para diferentes aplicaciones particulares (Varela y Ares 2014).

Los nuevos métodos descriptivos de evaluación sensorial pueden proporcionar a la industria resultados rápidos con respecto al usuario final y una reducción de los recursos necesarios para completarlos. Estas metodologías son también más flexibles y pueden utilizarse con asesores semientrenados e incluso consumidores, proporcionando mapas sensoriales muy próximos a un análisis descriptivo clásico con paneles altamente capacitados (Varela y Ares 2012).

### **2.3.1. FLASH PROFILE**

El *Flash Profile* es un método rápido y flexible. Fue ideado por Sieffermann en el año 2000 como una combinación de Perfil de Libre Elección (PLE), en la que a los sujetos no se les impone utilizar un vocabulario común, y la evaluación comparativa en conjunto de los productos. La originalidad del *Flash Profile* está en el hecho de que fue diseñado como un método de medición de una sola vez, con énfasis en el posicionamiento sensorial relativo de los productos evaluados. A pesar de que los sujetos evalúan los productos sobre los atributos separados, se presta más atención a la posición relativa de los objetos en lugar de la puntuación de los productos sobre los atributos separados. Este método consiste por lo tanto en pedir a los evaluadores a utilizar sus propios términos descriptivos con el fin de clasificar los productos evaluados para cada uno de estos términos (Dairou y Sieffermann 2002; Varela y Ares 2014; Delarue *et al.* 2015).

El *Flash Profile* es un método que permite la realización de análisis descriptivos con consumidores, ya que es una manera potencial para evaluar la diversidad de los consumidores en su percepción de los productos (Jack y Piggott, Faye *et al.*, Thamke *et al.*,

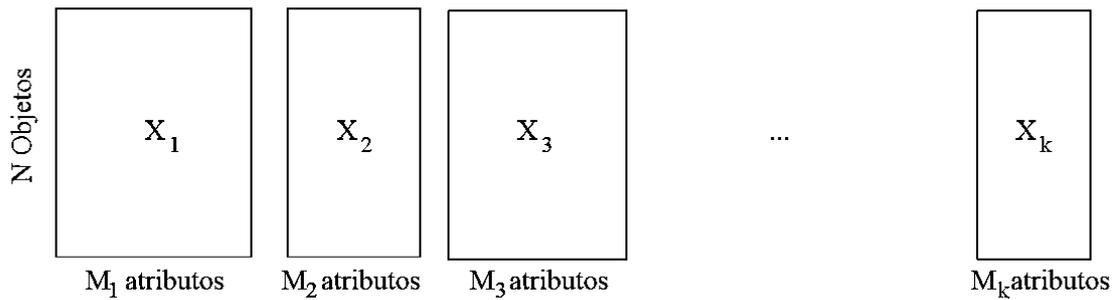
citados por Varela y Ares 2014). Una de las principales limitaciones para la realización de análisis descriptivo con los consumidores ha sido durante mucho tiempo el uso de un vocabulario común y el tiempo necesario para capacitar a los panelistas y en consecuencia alinear los conceptos. Las técnicas rápidas tales como el *Flash Profile* superan estas dificultades (Valera y Ares 2014).

En lugar de varias sesiones de cata, además de la restricción de los horarios que limitan el análisis descriptivo convencional, el *Flash Profile* normalmente consiste en una sola sesión de 40 minutos a dos horas de duración. Sin embargo el tiempo puede variar en función del número y el tipo de productos. Además, solo se necesitan evaluaciones individuales (sin sesión de grupo). Esto abre caminos para una organización flexible basada en citas personales (Valera y Ares 2014).

En el *Flash Profile*, los asesores son libres de elegir sus propios atributos que utilizarán para evaluar los productos. Así que no hay un consenso entre los evaluadores acerca de los atributos (Naes y Risvik 1996).

Como resultado, es imposible hacer un promedio de los datos individuales, ya que no tiene sentido combinar diferentes atributos. Los datos del *Flash Profile* de los experimentos deben analizarse por métodos de diferencias individuales, o más bien los métodos de K-conjuntos como el análisis Procrustes generalizado. A diferencia de los datos que se procesan convencionalmente, los datos del *Flash Profile* no se pueden reorganizar en algún tipo de estructura de datos de tres lados, debido a que cada evaluador  $K_1, \dots, K$ , puede tener un número diferente de atributos ( $M_k$ ), además los  $j$  atributos de los evaluadores no son los mismos (Naes y Risvik 1996).

La Figura 7 muestra la estructura de un conjunto de datos del *Flash Profile* en la cual las matrices individuales  $X_k$  no pueden ser dispuestas de tal manera que los atributos coincidan porque la matriz individual de cada evaluador tiene diferentes atributos.



**Figura 7: Estructura de datos que representa los datos del *Flash Profile*: N productos son evaluados por k jueces utilizando  $M_k$  atributos.**

FUENTE: Adaptado de Naes y Risvik 1996.

### 2.3.2. NAPPING® - ULTRA FLASH PROFILING

El *Napping*® es una técnica que tiene sus orígenes en la investigación de mercado, donde las muestras presentadas se agrupan por sujetos en hojas típicamente de tamaño A3, A4 o 60 cm<sup>2</sup> (Risvik *et al.* 1994; Page`s 2005; King *et al.* 1998; Kennedy y Heymann 2009; Nestrud y Lawless 2010).

El término *Napping*® proviene de la palabra francesa *nappe* que significa mantel, debido a que en sus inicios los panelistas debían proyectar las muestras en un espacio bidimensional que se asemejaba a un mantel. En una sola sesión los evaluadores prueban y luego proyectan las muestras en el papel como ellos desean. También se puede insertar una muestra de control en el conjunto de muestras para validar las agrupaciones de evaluadores. Las muestras cercanas son similares o están correlacionadas y las que están muy separadas son diferentes o están incorrelacionadas. Los evaluadores pueden ser entrenados (9 a 15 panelistas) o no entrenados (entre 15 a 50 consumidores). Las coordenadas de las proyecciones individuales de las fichas de evaluación, donde se colocan o marcan las muestras, se pueden introducir en una hoja de cálculo y se pueden combinar para un análisis posterior de datos multivariados para determinar el perfil sensorial específico. Los datos se introducen como coordenadas de posición (x, y), con un origen que puede colocarse en cualquier lugar (Perrin *et al.* 2008; Risvik *et al.* 1997; Varela y Ares 2012; Nestrud y Lawless 2010).

Una variación del *Napping*® es el "*Ultra Flash Profiling*". Esto es una adición al *Napping*®, donde después de la proyección específica de muestras por los evaluadores se puede emplear

una segunda tarea de evaluación con el *Napping*®, para ello se pide a los sujetos que describan sus muestras o agrupaciones de muestras. Este procedimiento se denomina "*Ultra Flash Profiling*" y agrega un componente descriptivo al proceso de mapeo. En algunos casos, se recomienda poner los descriptores e indicar con el número uno si es que la muestra presenta dicha característica y cero si es que tal característica no está presente en la muestra (Dehlholm *et al.* 2012; Varela y Ares 2012; Perrin *et al.* 2008).

### **2.3.3. MAPEO DE PREFERENCIA EXTERNO**

El Mapeo de Preferencia Externo (MPE) es una metodología que emplea técnicas estadísticas multivariantes para modelar, analizar y comprender las preferencias/aceptación de los consumidores y su relación con las características de un producto. El MPE puede considerarse como un análisis de regresión de los datos, donde las dimensiones del espacio del perfil son las variables explicativas o predictoras, mientras que la aceptabilidad es la variable de respuesta o dependiente (Endrizzi *et al.* 2014).

Las técnicas de mapeo de preferencias permiten la representación y preservación de la individualidad de las respuestas de los consumidores y permiten la identificación de segmentos de consumidores que tienden a gustar los mismos tipos de productos o tienen expectativas similares para las características sensoriales de un producto (Jaeger *et al.* 2003).

## **2.4. LOS EMBUTIDOS**

### **2.4.1. DEFINICIÓN**

Los embutidos son productos elaborados con carne, grasa de cerdo, sangre, vísceras y condimentos. La masa cárnica es embutida en envolturas naturales o artificiales para proporcionar forma, aumentar la consistencia y para que se pueda someter a tratamientos posteriores (Elías *et al.* 2000).

Essien (2005) menciona que es difícil definir los embutidos de una forma sencilla, debido a que son muchos y variados. De modo característico, los embutidos son productos cárnicos triturados y procesados, elaborados con carne roja, de pollo o una mezcla de estas con agua, agentes ligantes y aliños. Usualmente se introducen en una tripa y pueden someterse a un proceso de curado, ahumado o cocción.

Según la NTP (1999) los embutidos son productos elaborados a partir de carne y grasa, con o sin otros productos o subproductos animales aptos para el consumo humano, adicionando o no aditivos alimentarios, especias y agregados de origen vegetal; a los cuales se les embute o no en tripas naturales o artificiales.

#### 2.4.2. CLASIFICACIÓN

Elías *et al.* (2000) clasifican a los embutidos de la siguiente manera:

- **Crudos:** a diferencia de los demás, los embutidos crudos no han sido sometidos a un proceso térmico. Estos a su vez se clasifican en no fermentados (ejemplo: chorizo) y fermentados (ejemplo: *salami*).
- **Escaldados:** se caracterizan porque la temperatura interna del punto más frío (pmf) en el escaldado es de 70 °C. Éstos a su vez se clasifican en salchichas (ejemplo: *hot-dog*) y Fiambres (jamonada, mortadela y pastel de carne).
- **Cocidos:** se caracterizan porque la temperatura en el punto más frío debe llegar a 75 °C en la operación de cocción. Dentro de los embutidos cocidos encontramos a los embutidos de sangre (morcilla, relleno), de gelatina (chicharrón de prensa) y de masa uniforme (paté).
- **Esterilizados:** dentro de esta clasificación se encuentran los embutidos enlatados, los cuales son sometidos a un proceso de esterilización.
- **Especialidades:** Dentro de este grupo tenemos al tocino y a los jamones.

#### 2.4.3. EMBUTIDOS ESCALDADOS

Los embutidos escaldados son productos que han sufrido tratamiento térmico, donde la carne cruda picada ha sido desintegrada total o parcialmente para ser curada con sal común y/o sal con nitrito. Para el procesado en el *cutter*; se adiciona agua potable o hielo formando la masa cárnica que posteriormente será introducida en tripas naturales o artificiales. Estos embutidos se someten al proceso de escaldado antes de su comercialización, con la finalidad

de disminuir el contenido de microorganismos, favorecer la conservación y coagular las proteínas (Essien 2005; Aguiar 2009).

El embutido escaldado está compuesto básicamente por una mezcla finamente picada de tejido muscular, tejido graso y agua, a la que se le añade sal y especias para la formación del color, sabor, en parte también, para su estabilización. El embutido escaldado puede estar compuesto exclusivamente de esta masa homogénea básica; sin embargo, también puede contener trozos de carne, tocino, queso, verduras (Wirth 1991).

#### **2.4.4. Hot - dog**

El *hot-dog* es un embutido escaldado constituido por una masa hecha en base a carne magra y grasa de porcino, que puede tener carne de bovino, cerdo, caprino, equino, etc. y verduras; los cuales deben estar triturados y mezclados. Además puede o no tener agregados de harinas, féculas, almidones o especias; los cuales deben estar distribuidos uniformemente. Tiene como máximo 15 cm de longitud (Elías *et al.* 2000).

##### **a. Hot-dog de pollo**

Mira, citado por Aguiar (2009), señala que para la preparación de este tipo de salchicha se usa carne de pollo en la que va incluida una cierta cantidad de grasa de cerdo. La pasta está constituida por el 80 por ciento de carne de pollo y el 20 por ciento de grasa porcina, constituyendo una mezcla compacta y consistente. Por otro lado Aguiar (2009) y López (2007) mencionan que el *hot-dog* de pollo puede contener piel, aunque solo en cantidades proporcionales a las de las canales: aproximadamente 20 por ciento para el caso de las salchichas de pollo. Si se mantiene dentro de los límites prescritos, la cantidad de piel agregada a las salchichas no afecta negativamente ni la suavidad ni la jugosidad de los productos finales, ni tampoco confiere a producto una textura blanda o pastosa. Por lo contrario, se ha demostrado que las salchichas que tienen niveles mayores al 20 por ciento de piel son más firmes y masticables.

- **Formulación**

Existen diversas formulaciones para la elaboración de *hot-dog*, en las que se tiene que tomar en cuenta los porcentajes adecuados de humedad, grasa y proteína, y la Capacidad de

Retención de Agua (CRA). En el Cuadro 2, se muestra una formulación estándar de *hot-dog* a base de carne de pollo.

**Cuadro 2: Formulación para la elaboración de hot-dog de pollo**

<b>MATERIA PRIMA O INSUMO</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Pechuga de pollo	80
Grasa dorsal de cerdo	20
Agua helada o hielo	25
Sal común	2,2
Polifosfato	0,25
Eritorbato de sodio	0,08
Nitrito de sodio	0,02
Condimento para <i>hot-dog</i>	0,5
Esencia de humo (opcional)	0,04
Conservantes (opcional)	0,05

FUENTE: Elaborado con base a Aguiar 2009.

#### **2.4.5. USO DE ADITIVOS PARA *HOT-DOG***

##### **a. Sal común**

Los embutidos escaldados en general poseen 1,6 a 2,2 por ciento de sal común. La sal común además del efecto directo de salado sobre los nervios gustativos de la lengua, tienen una influencia sobre el *flavor*, conservación, absorción de agua, solubilización de proteínas y la CRA del producto. La sal común en cantidades tales que no provoquen un excesivo sabor salado, permite que en el embutido escaldado se destaque mejor el aroma propio de la carne, formándose, en combinación con las especias, un aroma armónico en el producto. Si la dosificación de sal es inferior a 1,4 por ciento, los aromas de la carne y de las especias actúan sensorialmente como dos complejos separados, y un incremento en la dosificación de especias no supe la pérdida del efecto armónico propio de la sal (Essien 2005; Aguiar 2009).

La sal común actúa en el embutido escaldado, como en todos los productos cárnicos, como sustancia conservadora. El contenido de sal común y agua determinan la concentración de la salmuera en el producto que a su vez determina la actividad de agua (Essien 2005; Sandoval 2011).

## **b. Fosfatos**

Los fosfatos separan el complejo proteico acto-miosina en sus componentes de actina y miosina quienes tienen un rol importante en la imbibición y solubilización de las proteínas que son las responsables de la fijación de agua y grasa. Con la mayor capacidad de retención de agua, aumentará el rendimiento del producto, las superficies del producto son más secas y más firmes, y las emulsiones son más estables a temperaturas más elevadas. También se han argumentado mejores estabilidades en color y mejor sabor y olor (Sánchez, citado por Martín 2005).

## **c. Azúcar**

Generalmente se usa azúcar de caña de azúcar o remolacha. Además de tener efecto sobre el curado del embutido, sirve como alimento de las bacterias ácido lácticas. En presencia de agua la sacarosa se descompone en glucosa y fructosa facilitando el proceso de fermentación y la consiguiente acidificación que es favorable para lograr la fijación de color rojo. También el azúcar contrarresta el sabor salado de la sal y el sabor amargo del nitrato (Tellez, citado por Rozas 2015).

## **d. Condimentos y especias**

Son sustancias que aportan una acción sazonzadora y aromática, mejorando el sabor, aroma y color a los productos cárnicos. Existe una gran variedad de especias tales como: cebolla, almendra, canela, azafrán, cilantro, orégano, comino, pimienta (blanca y negra), nuez moscada y canela. Además de sus propiedades aromáticas que se detectan durante la masticación porque llegan sustancias olfativas al epitelio olfatorio nasal, algunas especias tienen poder antioxidante y antimicrobiano (Rodríguez, citado por Martín 2005; Tandler, citado por Rozas 2015).

## **e. Sal de cura**

Los aditivos más utilizados para el proceso de curado de la carne son los nitratos y nitritos, comercializados como sal de cura. Los nitratos y nitritos favorecen el enrojecimiento y la conservación de la carne y tienen un efecto bactericida. El nitrato es reducido a óxido nítrico que se presenta en estado gaseoso, este gas reacciona con el pigmento rojo del músculo de

la carne, formando una sustancia estable de color rojo claro, al someter la carne al calor durante el ahumado o la cocción, este color rojo se vuelve más intenso (Sandoval 2011).

Los niveles mínimos necesarios para conseguir un color rosa, aroma y acción antioxidante óptimos se han establecido en unos 30 a 50 ppm. Para la inhibición del desarrollo de microorganismos alterantes y patógenos son necesarias cantidades más altas, del orden de 80 a 150 ppm. Los nitritos poseen capacidad inhibitoria frente al desarrollo de *Clostridium botulinum* lo que les hace especialmente interesantes al reducir el riesgo de producción de toxinas (Sandoval 2011).

#### **2.4.6. EMPAQUES EN LA INDUSTRIA DE LOS EMBUTIDOS**

Las tripas o fundas empleadas confieren la forma requerida al embutido, además aumentan la vida útil del producto, proporcionando una elevada resistencia frente a la humedad y el oxígeno, con un cierre hermético firme. Por tanto las tripas contribuyen a minimizar las pérdidas de peso del producto durante la cocción (Essien 2005). Las tripas empleadas en la fabricación de embutidos, también conocidos como fundas o pieles, se dividen generalmente en dos tipos: naturales y artificiales.

##### **a. Tripas naturales**

Las tripas naturales se obtienen a partir de los intestinos de cerdo y oveja. La mayoría de los productos fabricados con tripas naturales muestran una forma curvada tras el relleno y la cocción. Con frecuencia las tripas naturales se enrollan según las unidades requeridas tal como especifica el cliente y se envasan en recipientes apropiados, con una salmuera de 80 a 100 por ciento de concentración. Las tripas naturales deben almacenarse a temperaturas inferiores a 4,5 °C para evitar contaminación microbiana (Essien 2005).

##### **b. Tripas artificiales**

Se fabrican actualmente con colágeno, celulosa y plásticos, que permitan un amplio campo de aplicaciones. Mediante una serie de acciones mecánicas y químicas, se extrae el colágeno del tejido conectivo de los animales y se destina a la fabricación de tripas (Essien 2005).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

La presente investigación se desarrolló en la Planta Piloto de Alimentos, el Laboratorio de Evaluación Sensorial, aulas de clase e instalaciones pertenecientes a la Facultad de Industrias Alimentarias (FIAL) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú; durante el período de setiembre del 2017 a Junio del 2018.

#### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

- Pechuga de pollo.
- Grasa dorsal de cerdo (Centro de ventas CFC - UNALM, Lima, Perú).
- Sal (Ensal, Lima, Perú).
- Tripolifosfato de sodio (Alitecno, Lima, Perú).
- Pimienta molida esterilizada (GLM, Lima, Perú).
- Nuez moscada esterilizada (GLM, Lima, Perú).
- Comino molido esterilizado (GLM, Lima, Perú).
- Color carmín natural, montecarmin (Frutaron, Lima, Perú).
- Fundas comestibles para *hot-dog* (Colfan, Quimsa, Lima Perú).
- *Hot - dog* de pollo (Otto Kunz y Braedt).
- Hielo (Iglú, Lima, Perú).
- Agua de mesa (Cielo, Lima, Perú).
- Sal de cura al 20 por ciento (Alitecno, Lima, Perú).

#### **3.3. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS**

##### **3.3.1. INSTRUMENTOS**

- Cuchillos de acero inoxidable.
- Ollas de 20 L de capacidad.
- Pipeta de 1 ml.

- *Beaker* de 200 ml.
- Termómetro graduado con capilar de mercurio.
- Termómetro con punta de acero.
- Vasos de plástico de 2 onzas.
- Platos descartables de plástico tamaño 3.
- Plumones o lapiceros marcadores.
- Fichas de evaluación.
- Lapiceros y borrador.
- *Software*: XL-STAST<sup>®</sup> 2016, R<sup>®</sup> 3.5.1 y RStudio 1.1.423.

### **3.3.2. EQUIPOS**

- Máquina picadora de carne (Mainca<sup>®</sup>, PM-70, Barcelona, España).
- Cocina industrial (Agas<sup>®</sup>, sin modelo, Lima, Perú).
- Balanza analítica (OHAUS<sup>®</sup>, ARA 520, Nueva York, USA).
- *Cutter* (Hobart<sup>®</sup>, 84145, California, USA).
- Embudidora Manual (Boxa<sup>®</sup>, MQE).
- Computadora Intel<sup>®</sup> Pentium<sup>®</sup> Dual CPU E2160, 2 GB RAM, disco duro de 250 GB.

## **3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **3.4.1. ELABORACIÓN DE *HOT-DOG* DE POLLO**

Las formulaciones de las muestras de *hot-dog* de pollo fueron obtenidas de estudios previos donde se evaluó el impacto emocional de los consumidores en parámetros del diseño del *hot-dog* (Puma y Núñez 2018). En dicho estudio se aplicó el modelo Kano y la metodología general de Ingeniería *Kansei* modificada por Marco – Almagro (2011), teniendo en cuenta las recomendaciones de Marco-Almagro y Schütte (2014).

En términos generales, el estudio previo consistió de los siguientes pasos: La elección del dominio, que estuvo constituido por embudidos presentes en el mercado limeño: *hot-dog* de pollo, *hot-dog* de pavo, chorizo parrillero y morcilla. Se eligió *hot-dog* a base de carne de pollo (*Gallus gallus*) debido a que es el producto que más se consume en los sectores socioeconómicos B y C de Lima Metropolitana (LM). El público objetivo estuvo constituido

por consumidores de *hot-dog* entre 20 a 35 años, de los sectores B y C de LM; además, el producto fue presentado en forma física.

El modelo Kano permitió identificar las características de encantamiento de los consumidores (funda comestible, color, aspecto casero y tamaño) de los cuales los dos primeros constituyeron el espacio de propiedades del *hot-dog* debido a su alto coeficiente de satisfacción (CS = 0,8 y 0,7, respectivamente).

El espacio semántico (*Kansei*) estuvo comprendido por ocho elementos sensoriales (4 de sabor, 2 de color y 2 de textura) y siete expresiones hedónicas (tradicional, natural, nutritivo, llamativo, innovador, lo compraría y me gusta) haciendo un total de 15 *Kansei* que fueron evaluados con los prototipos elaborados a partir de los resultados del espacio de propiedades.

En la etapa de síntesis se determinó que el *hot-dog* con colorante carmín al 0,5 por ciento y con funda comestible (colfan) logró satisfacer los *Kansei*: tradicional, innovador, lo compraría, llamativo, me gusta, color uniforme, forma simétrica, brillante y ahumado. Por ello, para la presente investigación se trabajó con las formulaciones mostradas en el Cuadro 3 (HD1 y HD2.1); además, se incluyeron las mismas muestras comerciales (Braedt y Otto Kunz) y se adicionó una repetición de la formulación 2 (HD2.2) para evaluar la consensualidad de los consumidores, haciendo un total de cinco muestras.

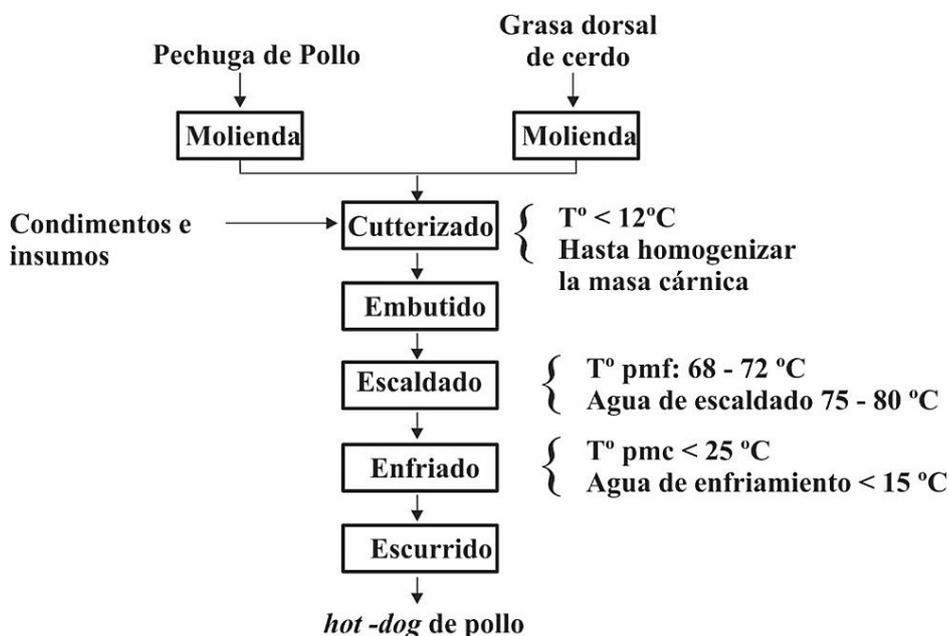
Para la elaboración del *hot-dog* altamente emocional se siguió la metodología presentada en la Figura 8. A continuación se describen las operaciones unitarias del proceso tecnológico:

- **Molienda:** La pechuga de pollo, fue picada manualmente en trozos de aproximadamente 2,5 cm, con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable. Los trozos de pollo y la grasa, por separado, pasaron por una moladora de carne, atravesando un disco de 3 mm de diámetro con la finalidad de reducir su tamaño y facilitar la siguiente operación.
- **Cutterizado:** se agregó al *cutter* los componentes de la fórmula en el siguiente orden: carne de pollo, sal, sal de cura, eritorbato, polifosfatos, la mitad del hielo, grasa, el resto del agua y los condimentos.

**Cuadro 3: Formulaciones de *hot-dog* de carne de pollo**

MATERIA PRIMA/INSUMO	FORMULACIÓN 1 (HD1)	FORMULACIÓN 2 (HD2.1 Y HD2.2)
	(%)	(%)
Pechuga de pollo	66,00	66,00
Grasa dorsal de cerdo	16,7	16,7
Hielo	14,50	14,50
Sal común (2 %)	1,94	1,94
Polifosfatos	0,250	0,250
Eritorbato de sodio	0,080	0,080
Sal cura (20 %)	0,075	0,075
Azúcar	0,20	0,20
Pimienta negra	0,15	0,15
Pimienta blanca	0,15	0,15
Comino	0,15	0,15
Nuez moscada	0,15	0,15
Humo líquido	0,05	0,05
Color carmín	0,5	1,0
Funda	Colfan	Colfan

FUENTE: Puma y Núñez 2018.



**Figura 8: Flujo de operaciones para la obtención de *hot-dog* de pollo.**

FUENTE: Elías *et al* 2000; citados por Puma y Núñez 2018.

- **Embutido:** cuando la masa estuvo lista se introdujo a la embutidora tratando de no introducir aire, en fundas artificiales. Se acondicionaron las fundas y se procedió al embutido.
- **Escaldado:** se escaldó en agua a 80 °C, hasta que la temperatura interna del producto alcanzó los 72 °C. Para la medición de la temperatura interna se introdujo el termómetro de punta de acero en el centro geométrico del *hot-dog*.
- **Enfriado:** los productos se enfriaron en agua helada hasta que la temperatura en el punto más frío sea menor a 25 °C; para ello, se utilizó agua de enfriamiento con temperatura menor a 15 °C.
- **Ecurrido:** se escurrió el producto escaldado y se almacenó en conservación por refrigeración a 4 °C.

### **3.4.2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE *HOT-DOG* DE POLLO MEDIANTE EL *FLASH PROFILE* CON CONSUMIDORES**

Para efectuar el *Flash Profile* de las muestras de *hot-dog* de pollo se reclutaron a 20 consumidores habituales de *hot-dog* de pollo, los cuales siguieron los lineamientos establecidos por Varela y Ares (2014) par a obtener la caracterización sensorial.

#### **– Instrucciones para los panelistas**

Antes de iniciar la evaluación de las muestras se les brindó información a los consumidores sobre el fundamento de la metodología del *Flash Profile*, según lo indicado por Delaure y Sieffermann (2004); además, se presentó un ejemplo práctico para el mejor entendimiento, teniendo en cuenta que éste no tuvo influencia con el producto en estudio. También, se les brindó información sobre las características sensoriales presentes en los alimentos.

#### **– Etapa I. Obtención de atributos**

Se indicó a los consumidores que se centren en las diferencias entre los productos y que las diferencias detectadas las escriban en la ficha de evaluación (ANEXO 1). Esto implicó que los consumidores den prioridad directamente sobre las principales diferencias entre los

productos. Se tuvo cuidado en que el consumidor no se quede sin muestra al generar los atributos; y en caso fuese necesario, se les brinde más muestra.

Se pidió a los consumidores que observen, manipulen y prueben las muestras con el fin de describir las características sensoriales (sabor, olor, aroma y textura) que diferencian a los productos entre sí. Se les solicitó que utilicen cualquier atributo no hedónico que consideren apropiado para describir las muestras, siempre que sea suficientemente discriminativo para permitir una clasificación de las muestras (o una clasificación parcial).

#### – **Etapa II. Evaluación de las muestras**

Se presentaron todas las muestras, en simultáneo y codificadas con letras, teniendo en cuenta que sean lo más homogéneamente posible en cantidad y temperatura. Se tuvo cuidado que el consumidor no se quede sin muestra al evaluar los atributos; y en caso fuese necesario, se les brinde más muestra.

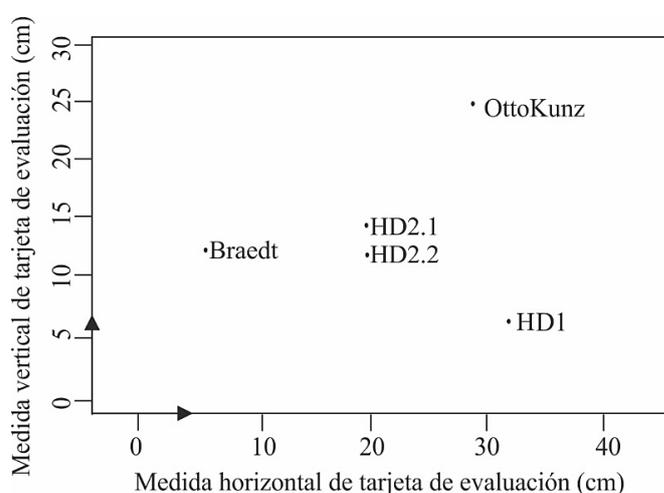
Los consumidores ordenaron las muestras para cada atributo, con vinculaciones permitidas. El panelista pudo elegir anclajes que él encontrara apropiadas para evaluar los atributos sensoriales. Además, fueron libres de comparar y degustar de nuevo las muestras tantas veces como fuera necesario para realizar la evaluación. Los resultados fueron anotados en la ficha de evaluación presentada en el ANEXO 2.

Los consumidores realizaron la evaluación a su propio ritmo y fueron libres de tomarse un descanso en cualquier momento de la evaluación.

### **3.4.3. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE *HOT-DOG* DE POLLO MEDIANTE EL *NAPPING*® - *ULTRA FLASH PROFILING***

La caracterización sensorial mediante el *Napping*®-*Ultra Flash Profiling* se realizó en dos etapas. En la primera etapa se efectuó la evaluación correspondiente al *Napping*®, donde los 20 consumidores reclutados recibieron las cinco muestras de *hot-dog* debidamente codificadas y la tarjeta de evaluación tamaño A3 (42,0 x 29,7 cm), en la cual anotaron los códigos de las muestras, de tal manera que dos códigos que estén cerca significó que las

muestras son más similares y dos códigos que estén alejados significó que las muestras son más diferentes (Figura 9) (Varela y Ares 2014; Page`s 2005).



**Figura 9: Ejemplo de evaluación sensorial mediante *Napping*®-UFP.**

FUENTE: Elaborado con base a Varela y Ares 2012.

En la segunda etapa, después de haber efectuado la evaluación del *Napping*®, los consumidores anotaron entre dos a tres descriptores sensoriales para cada una de las muestras en la misma tarjeta de evaluación tamaño A3 (Perrin *et al.* 2008).

#### **3.4.4. MAPEO DE PREFERENCIA EXTERNO**

Se reclutaron a 50 consumidores, los cuales evaluaron los dos prototipos de *hot-dog* de pollo elaborados según el apartado 3.4.5 con una muestra repetida y los dos *hot-dog* de pollo de marcas comerciales. Se consideró la frecuencia de consumo de *hot-dog* de pollo, disponibilidad de tiempo e interés para participar en el presente estudio. A los consumidores reclutados, se les presentó junto a las muestras, una ficha de evaluación con escala de nueve puntos, donde el valor de uno significó “me gusta poco” y el valor de nueve significó “me gusta mucho”. Para la construcción del Mapa de Preferencia Externo se trabajó con las coordenadas de las muestras resultantes del espacio consenso del Análisis Procrustes Generalizado, para el caso del *Flash Profile*, y el espacio consenso del Análisis Factorial Múltiple, para el caso del *Napping*®-UFP (Varela y Ares 2014).

### **3.4.5. PERFIL DE TEXTURA DEL CONSUMIDOR**

Adicionalmente, se efectuó el Perfil de Textura del Consumidor de las muestras de *hot-dog* de pollo. Para ello, inicialmente se identificaron las características texturales en términos populares empleando los *hot-dog* pollo de diferentes marcas comerciales. A efectos de seleccionar los términos populares más adecuados al alimento objetivo del presente estudio, se proporcionó a los panelistas una selección de los términos relacionados con la textura.

Al final de este proceso, se obtuvo un listado que incluía todos los posibles descriptores de cada etapa a fin de poder realizar un análisis de afinidad cuya finalidad fue agrupar términos similares, eliminar términos redundantes y conseguir finalmente los que conforman el glosario sensorial. En el glosario sensorial no se organizaron los descriptores en función a las etapas del proceso de masticación debido a que simplemente se emplearon para facilitar la identificación de las características correspondientes.

Para la obtención de los perfiles de textura del consumidor de los *hot-dog* de pollo, se realizó la evaluación con 30 consumidores finales, cuyas edades fluctuaron entre 18 y 25 años de edad, tal como lo recomienda Szczesniak *et al.* (1975).

### **3.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

#### **a. Análisis Procrustes generalizado**

El análisis Procrustes generalizado (APG), es una técnica del análisis multivariado que propone la armonización de diferentes configuraciones de un mismo conjunto de individuos a través de una serie de pasos iterativos que incluyen traslación, rotación y escalamientos de los datos bajo dos criterios: (1) que se mantengan las distancias entre individuos de las configuraciones originales y (2) que se minimice la suma de cuadrados entre puntos análogos; es decir, correspondientes al mismo elemento y su centroide (ANEXO 3) (Grice y Assad 2009; Varela y Ares 2014; Mak *et al.* 2013).

En la presente investigación se aplicó el APG a los datos generados en el *Flash Profile*; puesto que, en éste método cada evaluador generó sus propios descriptores y por lo tanto el número de éstos fue diferente para cada panelista. Para ello, cada panelista generó una matriz  $X_k$  de datos, la cual consistió en N filas con las puntuaciones de los descriptores generados en la evaluación sensorial. Esta matriz contuvo  $X_{ijk}$  elementos, donde i es el índice sobre la

cantidad de muestras de *hot-dog* de pollo evaluados;  $j=1, \dots, M_k$ , el número de atributos generados por el  $K$  panelista, y  $k = 1, \dots, K$ , el número de los panelistas (Varela y Ares 2014; Naes y Risvik 1996; Mak *et al.* 2013).

### **b. Análisis factorial múltiple**

El análisis factorial múltiple (AFM) se aplica para analizar observaciones, variables y tablas de datos cuando los individuos o productos son descritos por variables que pueden ser estructurados *a priori* en grupos del mismo tipo. En el AFM, el conjunto de datos resultante de la concentración se considera como  $X = (X_1, X_2, \dots, X_j)$ , donde  $X_j$  denota el conjunto de datos asociado con las variables del grupo  $j$ . Se extrae las dimensiones comunes a los grupos de variables  $j$  (ANEXO 4). Una vez que se determinan las dimensiones comunes, uno de los principales objetivos de AFM es proporcionar una representación de las observaciones, variables y tablas de datos lo más común como sea posible (Varela y Ares 2014).

### **c. Coeficiente de correlación vectorial (Rv)**

Se compararon las tablas generadas por *Flash Profile* y el *Napping*® mediante el coeficiente de correlación vectorial (Rv) que permite obtener la asociación entre los dos métodos. El Rv es calculado de la siguiente manera (Robert y Escoufier 1976):

$$Rv(X_t, X_f) = \frac{\text{traza}(X_t X_t' X_f X_f')}{\sqrt{\text{traza}((X_t X_t')^2) \text{traza}((X_f X_f')^2)}}$$

Donde:

Rv: coeficiente de correlación vectorial.

$X_t$ : matriz formada por las coordenadas de las muestras de *hot-dog* de pollo en el APG.

$X_t'$ : matriz transpuesta de las coordenadas de las muestras de *hot-dog* de pollo en el APG.

$X_f$ : matriz formada por las coordenadas de las muestras de *hot-dog* de pollo en el AFM.

$X_f'$ : matriz transpuesta de las coordenadas de las muestras de *hot-dog* de pollo en el AFM.

### **d. Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)**

Los datos generados del Perfil de Textura del Consumidor fueron analizados mediante el DBCA para lo cual los evaluadores fueron considerados como efecto de bloque. Además, se llevó a cabo la comparación múltiple de Tukey.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE *HOT-DOG* DE POLLO APLICANDO LA METODOLOGÍA *FLASH PROFILE* MEDIANTE CONSUMIDORES**

Cada consumidor generó entre cinco a nueve descriptores haciendo un total de 132 descriptores sensoriales subdivididos en: apariencia (22), textura (68) y sabor (42). Silva *et al.* (2016) obtuvieron 97 descriptores al efectuar el *Flash Profile* con 20 consumidores. Rason *et al.* (2006) realizaron el *Flash Profile* de 12 salchichas secas tradicionales con seis panelistas, cada uno generó entre nueve y 19 atributos haciendo un total de 83. Ramirez-Rivera *et al.* (2016) realizaron el *Flash Profile* de *hamburguesas* con cinco panelistas, cada uno generó entre nueve y 16 atributos, haciendo un total de 54 descriptores

Los tiempos de evaluación fueron aproximadamente de 35 y 45 minutos para la etapa de generación de descriptores y posicionamiento relativo, respectivamente, haciendo un total de 80 minutos, considerando que ningún consumidor se tomó un descanso en la evaluación de los productos. Rason *et al.* (2006) en su investigación con 12 salchichas secas tradicionales reportaron que la duración total del Perfil *Flash* fue entre 105 a 120 minutos. Además, Varela y Ares (2014) mencionan que un Perfilado *Flash* puede variar entre 40 a 120 minutos de evaluación.

#### **4.1.1. FACTORES DE ESCALAMIENTO DE LOS CONSUMIDORES**

La evaluación de las muestras por el *Flash Profile* proporcionó 20 matrices individuales. Cada matriz incluyó las puntuaciones de intensidad de las cinco muestras (filas) para el número de atributos generados por cada consumidor (columnas). El Análisis Procrustes Generalizado (APG) del paquete *FactoMineR* (Lê *et al.* 2008) se aplicó a estos datos para obtener la configuración de consenso/promedio.

En el Cuadro 4 se muestran los factores de escalamiento de cada consumidor sometido al APG. Estos resultados son similares a los datos reportados por Silva *et al.* (2016), quienes

obtuvieron valores que oscilan entre 0,77 y 1,25 aproximadamente.

**Cuadro 4: Factores de escala de los evaluadores**

CONSUMIDOR	FACTOR	CONSUMIDOR	FACTOR
P1	0.89	P11	1.00
P2	0.92	P12	0.98
P3	1.00	P13	1.19
P4	0.94	P14	1.09
P5	0.88	P15	1.06
P6	0.92	P16	1.06
P7	0.85	P17	1.16
P8	0.98	P18	1.14
P9	1.01	P19	1.16
P10	1.04	P20	0.98

El factor de escala está relacionado a la etapa de escalamiento de las transformaciones del análisis Procrustes generalizado. Este factor refleja el nivel de estiramiento o encogimiento de las configuraciones individuales de los consumidores sometidos en el análisis de Procrustes generalizado, debido al uso diferente del rango de la escala de medición. Un factor de escala comprendido entre 0 y 1 indica que la configuración del consumidor ha sido reducida o contraída debido a que utilizó una gama más amplia de la escala; por el contrario, un factor de escala mayor a uno indica que las configuraciones han sido estiradas para llegar al consenso, debido a que el consumidor utilizó un rango de escala más estrecho (Dijksterhuis 1996; Oreskovich *et al.* 1991; Varela y Ares 2014).

En el Cuadro 4 se observa que los consumidores P13, P14, P17, P18 y P19 obtuvieron un factor de escalamiento mayor a 1 (1,19; 1,09, 1,16; 1,14 y 1,16 respectivamente) lo que indica que sus configuraciones han sido estiradas para llegar al consenso; además, son los que generaron menor cantidad de descriptores sensoriales. Por otro lado, los consumidores P1, P2, P5, P6 y P7 presentaron un factor de escalamiento menor a uno (0,89; 0,92; 0,88; 0,92 y 0,85 respectivamente), lo que indica sus configuraciones han sido reducidas para llegar al consenso. Además, los consumidores P3, P4, P8, P9, P10, P11, P12, P15, P16 y P20 obtuvieron un factor de escalamiento cercano a uno (1,00; 0,94; 0,98; 1,01; 1,04; 1,00; 0,98; 1,06; 1,06 y 0,98 respectivamente) por lo que sus configuraciones no han sufrido mayor modificación en la etapa de escalamiento del APG.

#### 4.1.2. VARIANZA RESIDUAL DE LOS CONSUMIDORES

El APG es una combinación del análisis Procrustes y el análisis de varianza (Grice y Assad 2009). En el Cuadro 5 se observa que los valores de la varianza residual de los consumidores son relativamente homogéneos, indicando la ausencia de valores atípicos, y su valor varía de 0,24 a 1,27. La varianza residual del consumidor siete produjo el mayor residuo, lo que indica que sus calificaciones se desviaron más de la matriz de consenso; mientras que la varianza del consumidor 8 mostró el mayor grado de acuerdo con la matriz de consenso al tener la menor varianza residual.

**Cuadro 5: Varianza residual y total de los consumidores**

CONSUMIDOR	VARIANZA RESIDUAL	VARIANZA TOTAL	CONSUMIDOR	VARIANZA RESIDUAL	VARIANZA TOTAL
P1	0,44	5,00	P11	0,28	5,19
P2	0,25	5,23	P12	0,35	5,10
P3	0,69	4,69	P13	0,43	5,02
P4	0,73	4,65	P14	0,27	5,20
P5	0,26	5,21	P15	0,28	5,19
P6	0,26	5,22	P16	0,46	4,97
P7	1,27	3,99	P17	0,30	5,17
P8	0,24	5,24	P18	0,39	5,06
P9	0,65	4,74	P19	0,46	4,98
P10	0,46	4,97	P20	0,30	5,17
TOTAL				9,21	100,00

Según Grice y Assad (2009), estos residuos pueden usarse para identificar valores atípicos; es decir, personas que se desvían del promedio de las calificaciones, por ejemplo, las opiniones discrepantes de una persona en un grupo focal podrían ser identificadas.

En otros estudios, cuando la varianza es considerablemente mayor, la decisión final podría haber sido tomada comparando los resultados obtenidos con o sin considerar los valores atípicos. Si después de la eliminación de los datos de los consumidores atípicos, el APG ofrece un espacio promedio diferente de las muestras, los evaluadores pueden ser considerados atípicos y pueden ser removidos antes de realizar el análisis de datos (González-Tomas y Costell 2006).

#### 4.1.3. CONSENSO EN EL ANÁLISIS PROCRUSTES GENERALIZADO

En un análisis multivariado la relación entre las nuevas variables (llamadas dimensiones o componentes) y todas las variables originales (descriptores sensoriales) para cada dimensión, explican la distribución de la varianza de la configuración consenso (Cuadro 6). En el Cuadro 6 se observa que las cuatro primeras dimensiones explicaron el 100 por ciento de la varianza total; sin embargo en este estudio sólo se consideraron las dos primeras dimensiones, con un total de 82,4 por ciento de variación total explicada (dimensión 1: 62,79 % ; dimensión 2: 19,61 % ).

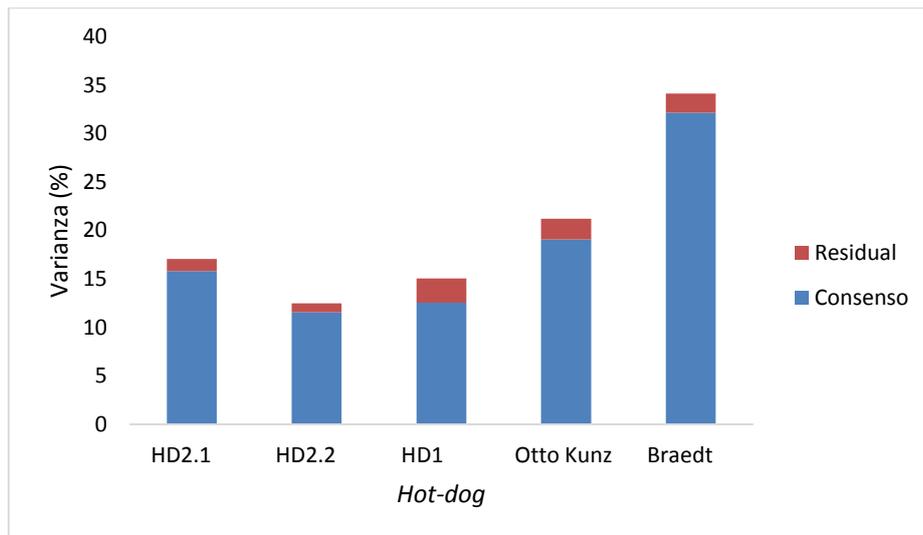
**Cuadro 6: Distribución de la varianza explicada entre las dimensiones de la configuración de consenso.**

DIMENSIÓN	CONSENSO	RESIDUAL	TOTAL
1	59,34	3,45	62,79
2	16,91	2,70	19,61
3	13,63	2,31	15,94
4	1,35	0,31	1,65
TOTAL	91,22	8,78	100,00

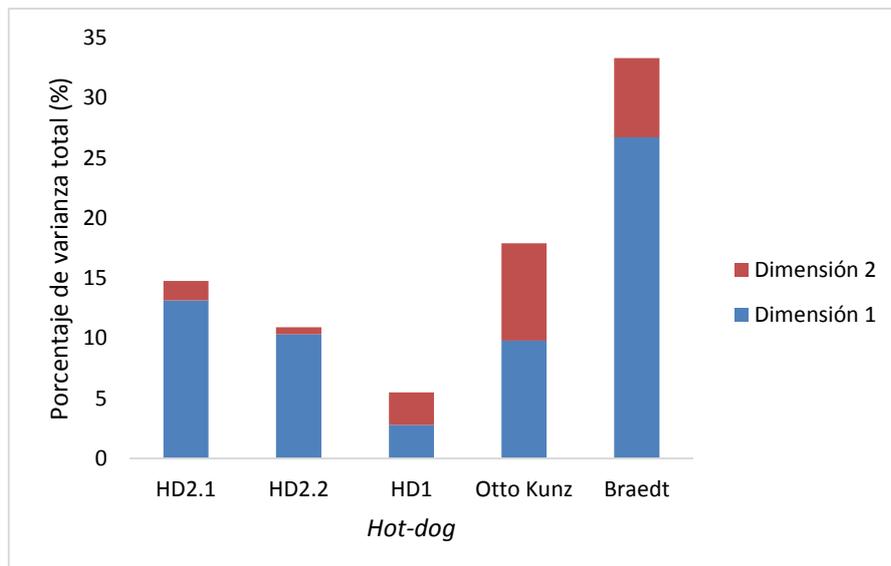
La distribución de la varianza total y residual entre las muestras se observa en la Figura 10. Se puede observar que el mejor acuerdo entre los consumidores se encontró para la muestra HD2.2 con el valor más bajo de la varianza residual (0,90), mientras que para la muestra HD1, el residual fue el mayor (2,48), indicando mayor desacuerdo entre los evaluadores en la posición de esta muestra en el espacio de consenso.

La distribución de la varianza entre las muestras también puede ser útil en la interpretación de la trama de consenso del APG para determinar las diferencias en las características sensoriales entre las muestras (Varela y Ares 2014).

En la Figura 11 se observa que las cinco muestras de *hot-dog* obtuvieron la mayor parte de la variabilidad explicada principalmente por la primera dimensión, indicando que estas muestras se caracterizan principalmente por los atributos que constituyen la dimensión 1.



**Figura 10: Distribución de varianza de consenso y residual de las muestras**



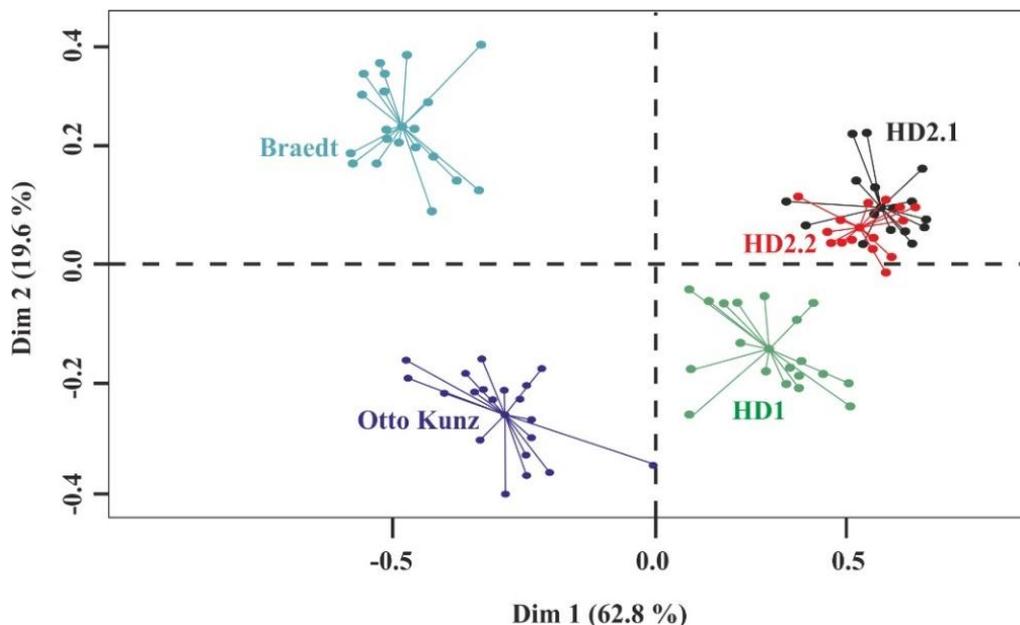
**Figura 11: Distribución de la verdadera varianza explicada por cada muestra en los dos primeros componentes principales.**

Para la determinación del consenso de los panelistas se utilizó el índice de consenso  $R_c$ , el cual describe la proporción de la varianza total explicada por el consenso encontrado después de las transformaciones de Procrustes (Tomic 2013). El  $R_c$  para los panelistas fue 0,612 (61,2 %) similar al  $R_c$  hallado en estudios previos (Puma y Núñez 2018) con panel entrenado y sin muestra repetida (59,2 %). El valor de  $R_c$  (61,2 %) indicó una correlación positiva, es decir, se produjo un adecuado consenso en el desempeño de los consumidores. Dicho valor fue superior a los reportado por Hernández *et al.* (2010) en la evaluación de quesos con

jueces no entrenados ( $Rc = 55,3 \%$ ) y Silva *et al.* (2016) en la evaluación con consumidores de una salsa a base de hongos ( $Rc = 56,0 \%$ ); sin embargo, fue inferior a lo reportado por Ramirez *et al.* (2011) en la caracterización sensorial de frituras tipo chip ( $Rc = 78,1 \%$ ) y Wu *et al.* (2002) en la descripción sensorial de yogurt mediante el Perfil de Libre Elección ( $Rc = 77,7 \%$ ).

Las diferencias de los valores del índice de consenso ( $Rc$ ) se pueden deber principalmente al grado de entrenamiento del evaluador (juez entrenado o consumidor), al número de jueces/consumidores, al tipo de producto evaluado y a la cantidad de descriptores generados por cada juez/consumidor. Con relación a ello, Tomic (2013) llevó a cabo el análisis Procrustes generalizado, encontrando valores de  $Rc$  relativamente altos (0,713 y 0,577) para zumos de manzana; sin embargo para el caso de vino obtuvo un  $Rc = 0.304$ , evidenciando que hay mucho menos acuerdo entre los evaluadores para productos complejos, como en el caso del vino, que para productos menos complejos como en el caso de jugo de manzana.

La configuración consenso de las cinco muestras representadas en las dos primeras dimensiones (Dim 1 y 2) de acuerdo a las diferencias y similitudes en cuanto a apariencia, sabor y textura se observa en la Figura 12.

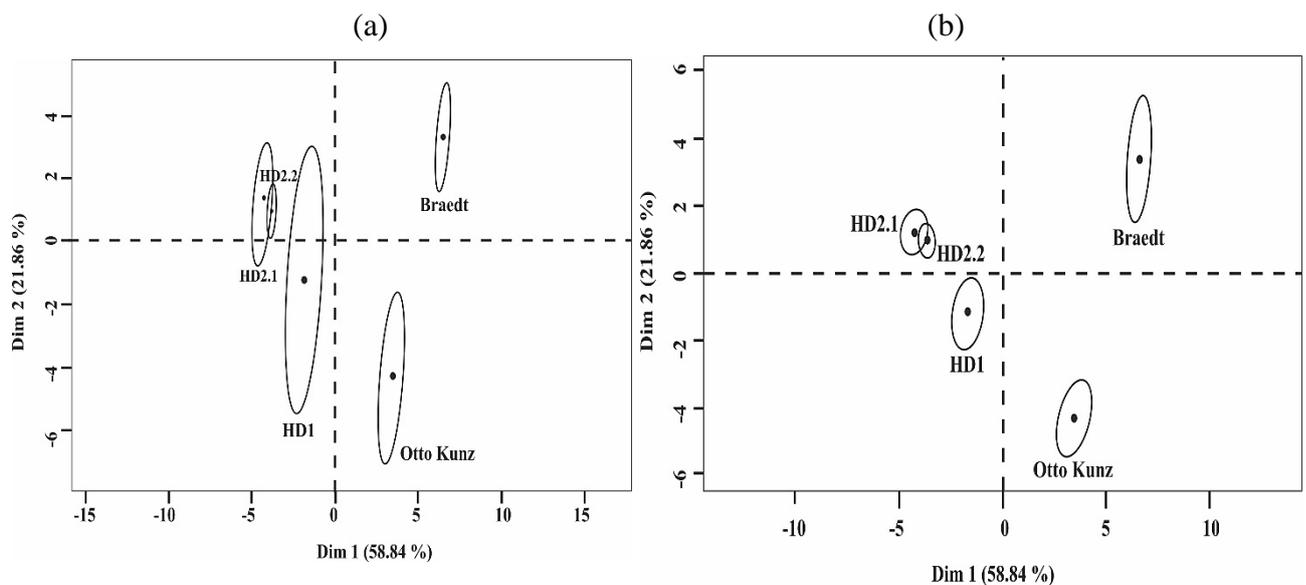


**Figura 12: Resultado del consenso de las muestras de hot-dog de pollo.**

Para determinar si existen diferencias significativas entre las muestras se construyeron sus respectivas elipses de confianza mediante el *bootstrap* total truncado, disponible en el paquete *SensMineR* (Lê y Husson 2008), considerando las dos primeras componentes (Figura 13a) como lo recomienda Cadoret y Husson (2013), quienes cuestionan la construcción de elipses de confianza mediante las metodologías propuestas por Cadoret *et al.* (2009), Abdi y Valentin (2007) y Dehlholm *et al.* (2012) para los casos de *bootstrap* parcial (Chateau y Lebart 1996; Lebart 2007) y *bootstrap* total (Lebart, 2007) debido a que son inapropiadas y subestiman la incertidumbre sobre la posición de los productos.

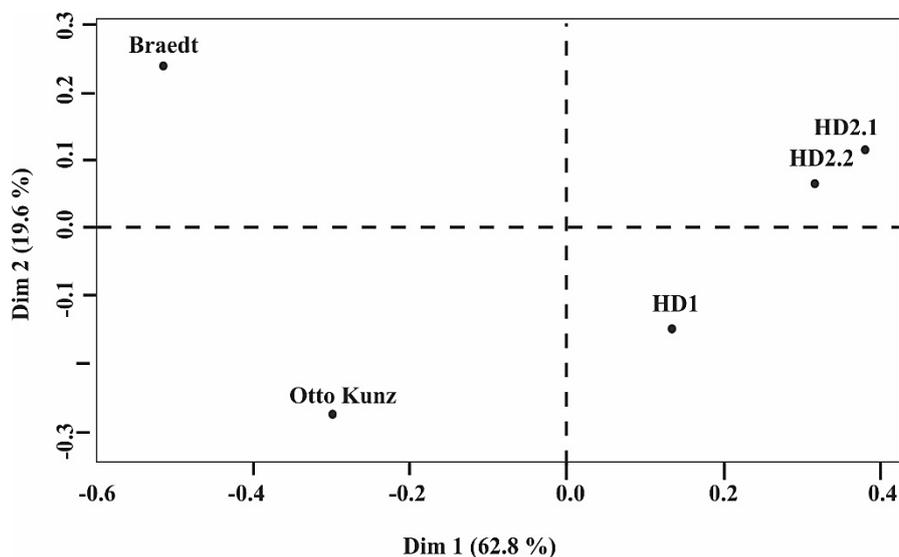
El método descrito por Dehlholm *et al.* (2012) (Figura 13 b) realiza un mínimo de 500 iteraciones de remuestreo con el reemplazo de los datos del Análisis Factorial Múltiple (AFM) para dar una indicación de la variación dentro de la población.

En las Figuras 13 a y 13 b se observan que se forman cuatro grupos distribuidos en los cuatro cuadrantes de las dos primeras dimensiones del AFM. Adicionalmente se observa que las muestras HD2.1 y HD2.2 no difieren significativamente; esto debido a que sus elipses de confianza se superponen en parte de su trayectoria. Este resultado se debe a que las muestras HD2.1 y HD2.2 son repeticiones y fueron incluidas en el estudio para evaluar la consistencia de los evaluadores, tal como lo recomienda Varela y Ares (2014).



**Figura 13: Elipses de confianza mediante (a) *bootstraping method freechoice* y (b) *Bootstraping en Análisis Factorial Múltiple*.**

En la Figura 14 se muestra el espacio consenso de las configuraciones individuales. Esta Figura es de gran utilidad, en conjunto con la Figura 15, para caracterizar las muestras de *hot-dog*.



**Figura 14: Espacio consenso de los evaluadores para las cinco muestras de *hot-dog* evaluadas.**

El resultado del *Flash Profile* representado en dos dimensiones ( $F1 = 62,8 \%$  y  $F2 = 19,6 \%$ ) explicó el 82,4 por ciento de la variabilidad de los datos. Este valor fue similar a lo obtenido por Rason *et al.* (2006) en la caracterización sensorial de salchichas secas tradicionales (78,0 %), Rivera *et al.* (2010) en la caracterización sensorial de *hamburguesas* de pescado (83,23 %), Ramírez *et al.* (2009) en la caracterización sensorial de camarón ahumado (82,39 %), Gamboa *et al.* (2012) en la determinación de atributos sensoriales de queso tipo manchego durante la maduración (72,69 %), Dairou y Sieffermann (2002) en la comparación de 14 mermeladas caracterizadas por QDA<sup>®</sup> y Perfil *Flash* (69,0 %) y Silva *et al.* (2016) en la caracterización de salsa a base de hongo (82,60 %).

Los descriptores obtenidos por todos los participantes en la evaluación (ya sean repetidos o no) se muestran en la Figura 15. Según Varela y Ares (2014) es necesario conocer qué atributos están relacionados con cada dimensión; para ello, se estudian las correlaciones de cada uno de los atributos con cada dimensión del Análisis Procrustes Generalizado.

Según Kobayashi y Benassi (2012) solo los descriptores con coeficientes de correlación igual o superior a 0,60 (en valor absoluto) y a la vez citados por varios panelistas, deben ser



considerados para visualizar las relaciones entre las muestras y los descriptores sensoriales.

En el Cuadro 7 se muestran los descriptores sensoriales con correlaciones superiores a 0,6 y mayor coseno cuadrado; además se reportó, entre paréntesis, la cantidad de veces que fue mencionado cada descriptor sensorial, por los consumidores. Para objetos de esta investigación se consideraron los descriptores con coeficiente de correlación mayor a 0,6 y las calificaciones que obtuvieron el mayor  $\cos^2$  en las dos primeras dimensiones del Análisis Procrustes Generalizado (Cuadro 7).

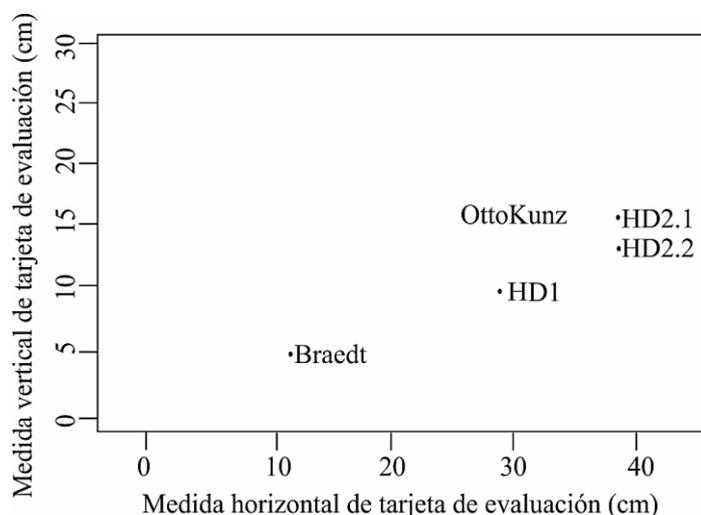
**Cuadro 7: Descriptores correlacionados con cada una de las dos dimensiones del espacio promedio generado por APG (correlaciones superiores a 0,6)**

<b>DIMENSIONES</b>	<b>CORRELACIÓN (+/-)</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
1	Positivo (+)	Color rosado (6), olor a embutido/pollo (7), sabor a embutido de pollo (8), grasoso (5), masticable (6), jugoso (6), con especias (6) y salado (5).
1	Negativo (-)	Dureza/Duro (8) y ahumado (7) y granuloso (4)
2	Positivo (+)	Arenoso (7), adhesivo (7) y color marrón (4)
2	Negativo (-)	Compacto (4)

Teniendo en cuenta las Figuras 14 y 15; y el Cuadro 7 las muestras HD2.1, HD2.2 y HD1 fueron caracterizadas por el componente 1 (+) por los descriptores sensoriales: color rosado, olor a embutido de pollo, sabor a embutido de pollo, grasoso, masticable, jugoso, con especias y salado. La muestra Braedt y Otto Kunz fueron caracterizadas por el componente 1 (-) por los descriptores: dureza, ahumado y granuloso. La muestra Braedt fue caracterizada por el componente 2 (+) por los descriptores: arenoso, adhesivo y color marrón. La muestra Otto Kunz fue caracterizada por el componente 2 (-) por el descriptor compacto.

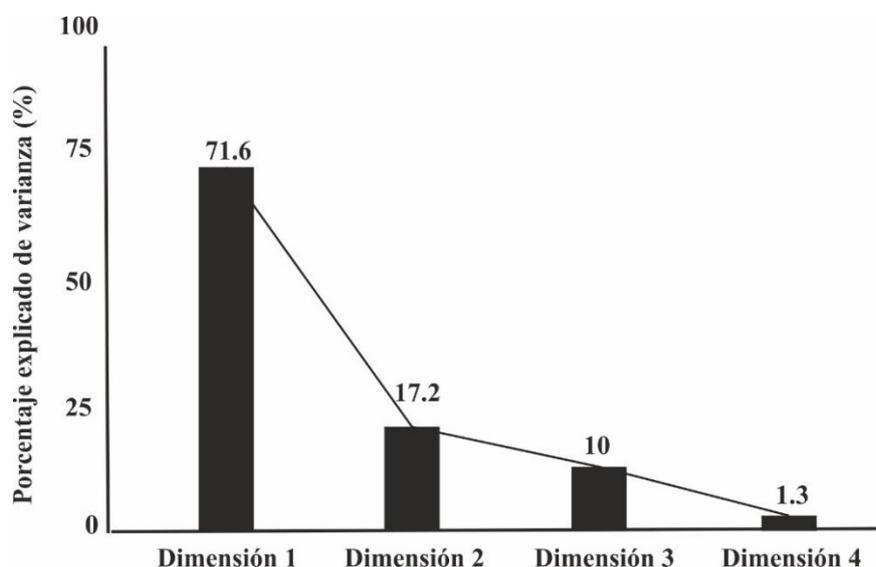
#### 4.2. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE *HOT-DOG* DE POLLO APLICANDO LA METODOLOGÍA *NAPPING*<sup>®</sup> - *ULTRA FLASH PROFILING* MEDIANTE CONSUMIDORES

La caracterización sensorial mediante el *Napping*<sup>®</sup> – *Ultra Flash Profile*, generó 20 tarjetas de evaluación, donde se logran visualizar las proyecciones de cada evaluador respecto a las cinco muestras de *hot-dog* de pollo analizadas. En la Figura 16 se muestra la proyección del consumidor 1, donde se aprecia que las muestras HD.2.1 y HD2.2 están cercanas una de otra, a diferencia de la muestra Braedt, lo cual indicaría que hay diferencias entre las muestras evaluadas. Las proyecciones de los demás consumidores se muestran en el ANEXO 5.



**Figura 16: Evaluación de las muestras de *hot-dog* mediante la metodología *Napping*<sup>®</sup> por el consumidor 1.**

Los datos fueron evaluados en conjunto incluyendo los descriptores generados del *Napping*<sup>®</sup> - *Ultra Flash Profile* con una técnica estadística multivariada para datos en bloque (Análisis Factorial Múltiple). Pages (2003; 2005), Varela y Ares (2014) y Kemp *et al.* (2018) mencionan que no hay un consenso claro sobre la forma de evaluar los datos de los métodos de mapeo proyectivo, sin embargo, corresponden a variaciones del análisis de componentes, como el Análisis Procrustes Generalizado (APG) o el Análisis Factorial Múltiple (AFM). En la Figura 17 se muestra el gráfico de sedimentación del Análisis Factorial Múltiple, que relaciona el porcentaje de variabilidad acumulada (%) respecto al número de componentes a retener para el análisis e interpretación de los resultados.

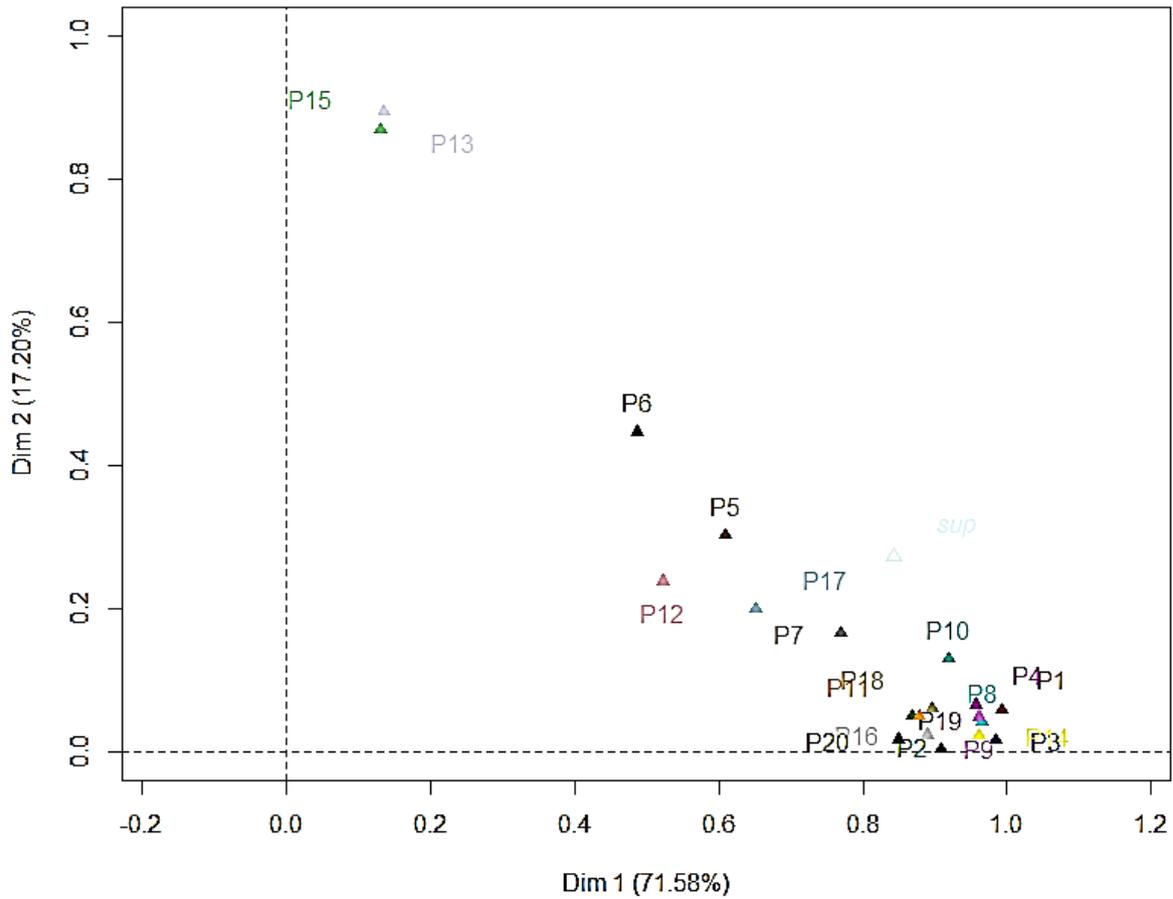


**Figura 17: Gráfico de sedimentación del Análisis Factorial Múltiple.**

En la Figura 17 se observa que la primera y segunda dimensión retienen el 71,6 y 17,2 por ciento de variabilidad, respectivamente, haciendo un acumulado de 88,8 por ciento de varianza explicada respecto al total. Considerando el criterio que la retención de información sea mayor al 80 por ciento, se retuvieron las dos primeras dimensiones. El criterio del gráfico de sedimentación corroboró esta elección, ya que a partir de la tercera dimensión la variabilidad acumulada aumentó solo en 10,8 por ciento. Con relación a ello, Perrin *et al.* (2008) mediante el AFM, en su estudio comparativo de técnicas sensoriales clásicas y rápidas en vinos, aplicaron el *Ultra-Flash Profile* obteniendo el 59,79 por ciento de variabilidad acumulada. Además, Santos *et al.* (2013) mediante el Análisis Procrustes Generalizado (APG) en su estudio sensorial descriptivo con mortadela aplicaron el *Ultra-Flash Profile* obteniendo el 84,58 por ciento de variabilidad acumulada en las dos primeras dimensiones.

#### 4.2.1 ANÁLISIS DE LOS EVALUADORES

En la Figura 18 se muestra la representación de los grupos de variables del Análisis Factorial Múltiple (en el contexto de *Napping*®, son los consumidores de coordenadas x, y) en las dos primeras dimensiones. Según Le (2015) y Delaure *et al.* (2015) desde la perspectiva de un evaluador, la llamada representación de los grupos de variables proporcionadas por el AFM sugiere una división de los sujetos en tres grupos: (1) un primer grupo de evaluadores ubicados a lo largo del primer componente, con valores altos de coordenadas en la primera



**Figura 18: Representación de los grupos de coordenadas en el Análisis Factorial Múltiple (consumidores en contexto de *Napping*<sup>®</sup>).**

dimensión y valores bajos de coordenadas en la segunda dimensión, (2) un segundo grupo de evaluadores ubicados a lo largo de la segunda dimensión, con valores altos de coordenadas en la segunda componente y valores bajos de coordenadas en la primera componente y (3) un tercer grupo de sujetos con valores bajos de coordenadas en la primera y segunda componente. Complementario a ello Glorion *et al.* (2009), mencionan un cuarto grupo donde los evaluadores son bidimensionales; es decir, presentan valores medios de coordenadas en la primera y segunda componente.

Las coordenadas de un evaluador en un determinado eje se encuentran entre 0 y 1, y se pueden interpretar como la importancia del eje dado por el evaluador con respecto a su propia configuración de las muestras. Cuando este valor es igual a 0, significa que la estructura inducida por el eje proporcionado por AFM no tiene nada que ver con ninguna de las dos coordenadas proporcionadas por el evaluador. Por otro lado, cuando este valor es igual a 1,

significa que la estructura inducida por el eje proporcionado del AFM puede asimilarse a la dimensión principal de variabilidad del sujeto (Le 2015 y Delaure *et al.* 2015), como es el caso aproximado del evaluador 19 en la primera componente lo cual indica que la estructura inducida por el eje proporcionado por el AFM se puede asimilar a la dimensión principal de variabilidad del sujeto; es decir, la oposición entre las muestras HD2.1, HD2.2 con Otto Kunz en la primera componente del AFM corresponde al componente principal de variabilidad para el evaluador 19, mientras que para el evaluador 13 la dimensión principal de su variabilidad es atribuido al segundo eje (valor aproximado a uno en el segundo componente); es decir, la oposición entre las muestras Braedt y HD1, Otto Kunz en la segunda componente del AFM corresponde al componente principal de variabilidad para el evaluador 19.

Además se observa que la variabilidad del evaluador 6 es bidimensional; es decir, presenta valores medios de coordenadas en la primera y segunda componente. Adicionalmente los mapas de cada evaluador se compararon mediante el coeficiente de correlación vectorial ( $R_v$ ) para evaluar si los productos se encontraban en una configuración similar (ANEXO 6).

Los evaluadores 13 y 15 obtuvieron los menores valores del coeficiente  $R_v$  al correlacionarlos con los demás evaluadores. Los coeficientes  $R_v$  son una medida de similitudes entre dos matrices o configuraciones de productos. El análisis da un número entre 0 y 1 que es similar al valor de  $R$  cuadrado de la correlación, pero para datos multivariantes. La función  $\text{coeffRV}$  proporciona pruebas de significación del coeficiente  $R_v$ . Es importante recordar que una diferencia significativa indica que el coeficiente es distinto de cero (Josse *et al.* 2008; Abdi 2007; Louw 2014). Varela y Ares (2014) indican que el coeficiente  $R_v$  se puede utilizar para comparar un modelo de configuración global con la configuración de los asesores individuales, y para comparar diferentes configuraciones de modelos entre sí. En este sentido el enfoque PMFA (*Procrustes Multiple Factor Analysis*) proporciona el coeficiente  $R_v$  calculado entre la configuración consensuada y configuración individual de cada evaluador (Cuadro 8), donde se puede obtener una visión general de los asesores que están más cerca o más lejos de la configuración global (Morand y Pagès 2006).

En el Cuadro 8 se observa el coeficiente de correlación vectorial ( $R_v$ ) entre la configuración consensuada y la configuración de cada evaluador. Los evaluadores 13 y 15 tiene un coeficiente de correlación vectorial bajo (0,34 y 0,33 respectivamente) lo que indica que se

encuentra distanciados del consenso grupal. Esto se corrobora con el análisis efectuado de la Figura 18.

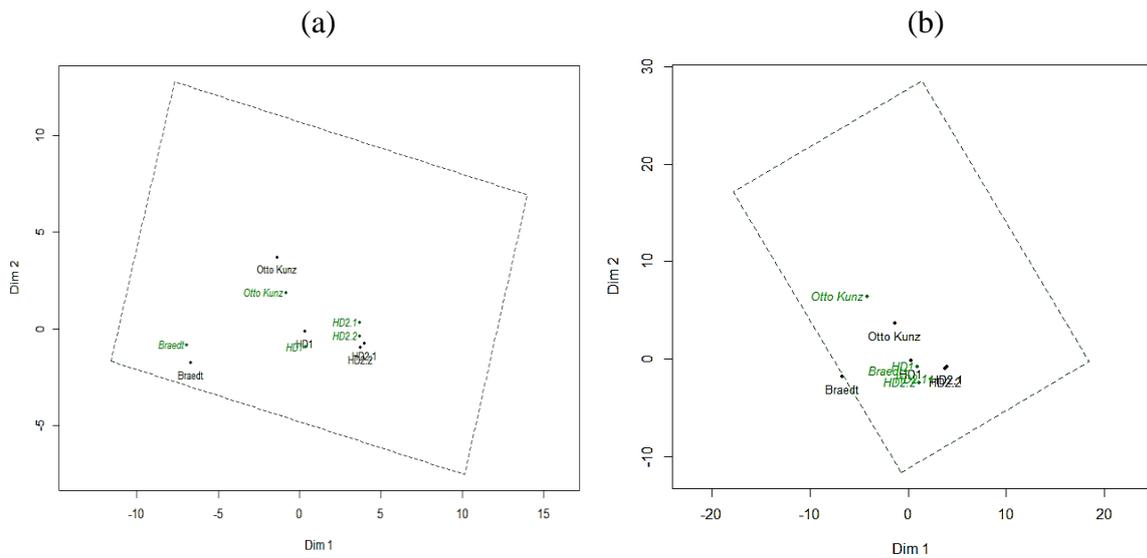
**Cuadro 8: Coeficiente de correlación vectorial (Rv) entre la configuración consensuada y la configuración individual**

EVALUADOR	Rv	EVALUADOR	Rv
P1	0,98	P11	0,85
P2	0,86	P12	0,56
P3	0,96	P13	0,34
P4	0,94	P14	0,94
P5	0,65	P15	0,33
P6	0,58	P16	0,87
P7	0,79	P17	0,68
P8	0,95	P18	0,89
P9	0,91	P19	0,88
P10	0,92	P20	0,83

En la Figura 19 se muestran las representaciones de la tarjeta *Napping*<sup>®</sup> del consumidor 1 (a) y 15 (b) (color negro) en comparación con la proyección del *Napping*<sup>®</sup> promedio (color verde).

En la Figura 19 (a) se observa que la configuración del evaluador 1 ( $R_v = 0,98$ ) es similar a la configuración promedio, a diferencia del evaluador 15 ( $R_v = 0,33$ ) donde se observa una clara evidencia de la distancias entre la configuración individual (texto color negro) y la configuración promedio (texto color verde), que va acorde al valor bajo del coeficiente  $R_v$ . Las representaciones superpuestas de los demás evaluadores se muestran en el ANEXO 7.

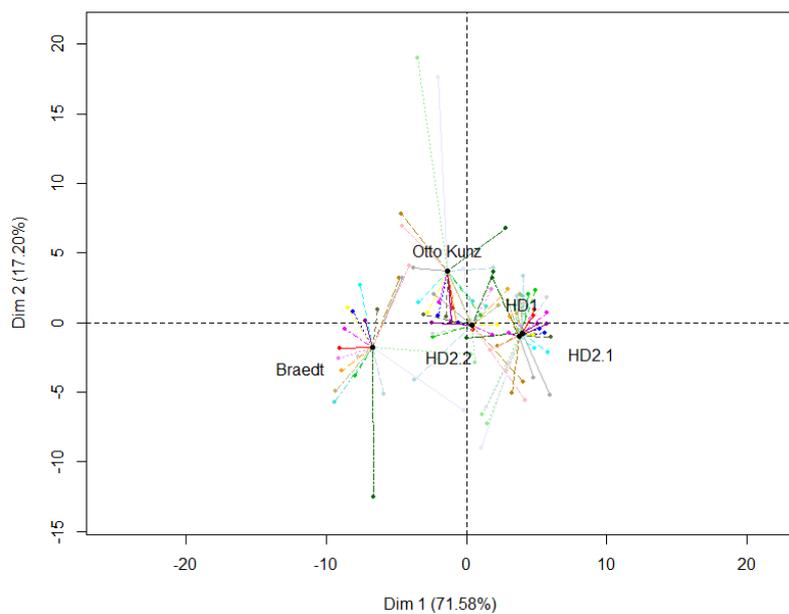
Morand y Page`s (2006) mencionan que la representación superpuesta de *Procrustes Multiple Factor Analysis* (PMFA) puede ser útil en el marco de la discusión de los resultados para los panelistas. De hecho, el método da una representación promedio que sintetiza la opinión del jurado. Estas configuraciones (configuración de consenso y superpuesta) se utilizan en la capacitación y la discusión de consenso. La representación superpuesta permite a cada evaluador comparar su configuración con la media y argumentar sus elecciones cuando compara su propia representación con la media.



**Figura 19: Representación superpuesta de la configuración del consumidor 1 (a) y del consumidor 15 (b) con la configuración promedio (texto verde).**

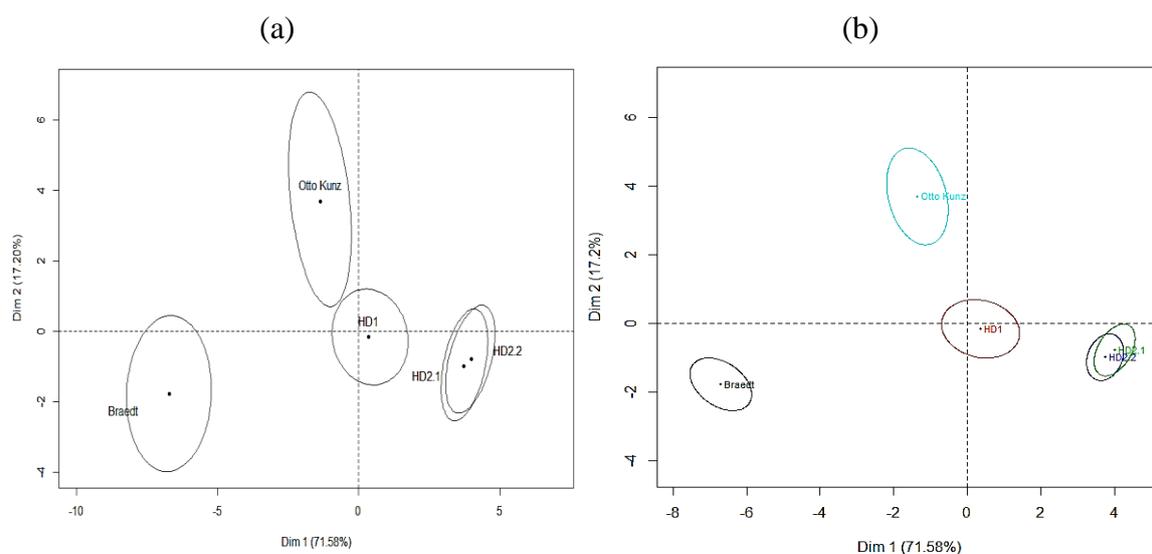
#### **4.2.2. MAPA GLOBAL DE FACTORES INDIVIDUALES Y ESPACIO CONSENSO DEL ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE**

En la Figura 20 se muestra el mapa global de factores individuales, donde se visualiza las posiciones medias y parciales (de cada evaluador) de las muestras de *hot-dog* en las dos primeras dimensiones seleccionadas.



**Figura 20: Coordenadas parciales de los consumidores en la caracterización sensorial de las cinco muestras de *hot-dog* mediante la metodología del *Napping*<sup>®</sup>.**

La Figura 20 muestra grupos de productos que con mayor frecuencia se han categorizado juntos; las muestras HD2.1 y HD2.2 son más similares, a diferencia de la muestra HD1 y Otto Kunz, mientras que el producto Braedt muestra características distintas. Para determinar si existen diferencias significativas entre las muestras se construyeron sus respectivas elipses de confianza mediante el *bootstrap* total truncado, disponible en el paquete *SensoMineR* (Lê y Husson 2008), considerando las dos primeras componentes (Figura 21) como lo recomienda Cadoret y Husson (2013) (Figura 21 b), y Dehlholm *et al.* (2012) (Figura 21 a)



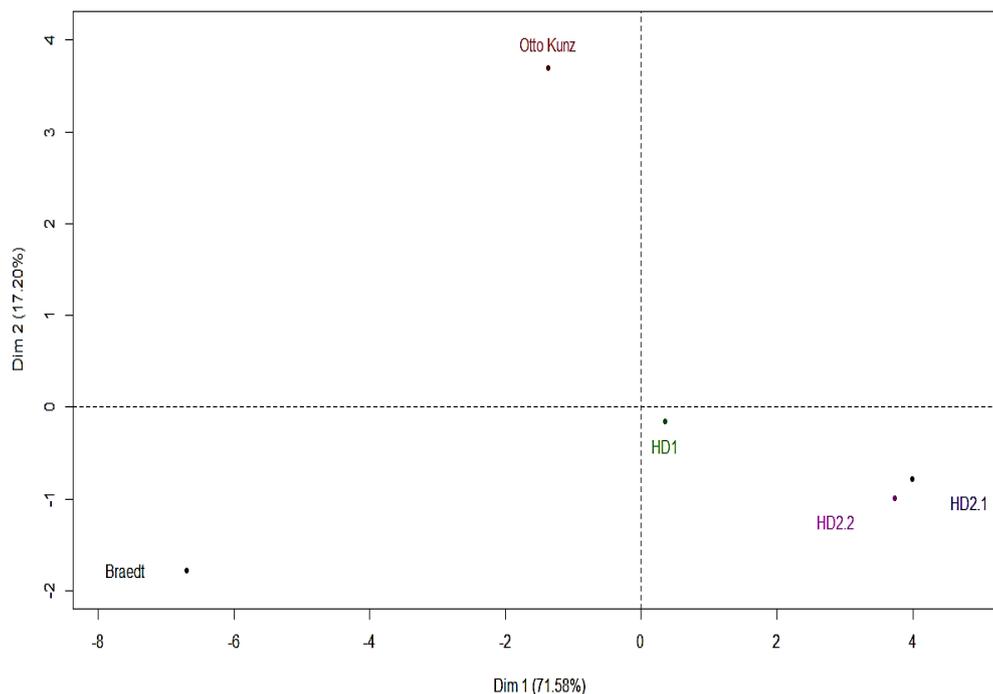
**Figura 21: (a) Elipses de confianza según la metodología de Dehlholm *et al.* (2012); (b) Elipses de confianza según de la metodología de Cadoret y Husson (2013).**

Adicionalmente Husson y Cadoret (2012) señalaron que las elipses de confianza en los métodos holísticos tienden a ser demasiado pequeñas y llevan al analista sensorial a considerar que algunos productos son sensorialmente diferentes, incluso cuando este no es el caso. Las elipses no desempeñan su papel como áreas de confianza porque no es posible saber si dos productos son significativamente diferentes de sus elipses. De hecho, si la elipse de confianza asociada a un producto contiene (o no contiene) el baricentro de otro producto, no es posible determinar si los productos son significativamente diferentes o no. Con relación a ello, Antúnez *et al.* (2017) y Fariña *et al.* (2015) aplicaron el *bootstrap* total truncado para generar las elipses de confianza al comparar metodologías basadas en el consumidor para la caracterización sensorial de cuatro conjuntos de muestras de bebidas en polvo; y la composición volátil y perfil aromático de los vinos uruguayos Tannat, respectivamente. La Figura 21 corrobora el análisis de la Figura 20, ya que se observa que

las muestras HD2.1 y HD2.2 no difieren significativamente tanto para la construcción por la metodología de Dehlholm *et al.* (2012) y Cadoret y Husson (2013), ya que parte de sus elipses de confianza se superponen.

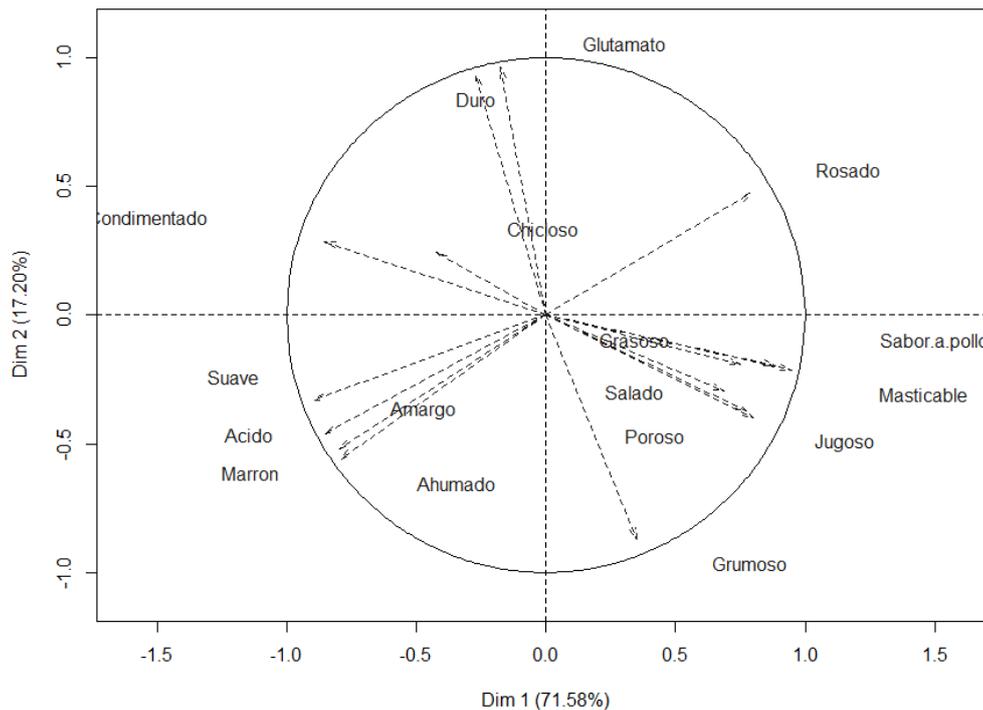
### 4.2.3. CARACTERIZACIÓN SENSORIAL

En la Figura 22 se muestra las posiciones medias de los 20 evaluadores, la cual será utilizada para la descripción de las variables.



**Figura 22: Caracterización sensorial de las cinco muestras de *hot-dog* mediante el *Napping*<sup>®</sup>.**

En la Figura 23 se muestra el círculo de correlación de las variables suplementarias (descriptores) del Análisis Factorial Múltiple, en el contexto del *Napping*<sup>®</sup>-UFP. Esta información complementaria es esencial para interpretar la posición relativa de las muestras, ya que generalmente no es autocontenida en el *Napping*<sup>®</sup>. Debido a esto es necesario complementar la información original de *Napping*<sup>®</sup> (coordenadas de los productos), al pedir a los evaluadores que agreguen comentarios sobre las muestras, una vez que se han realizado la colocación en la ficha de evaluación. Esta etapa ha sido llamada verbalización, literalmente para expresar pensamientos, sentimientos y emociones en palabras (Delaure *et al.* 2015).



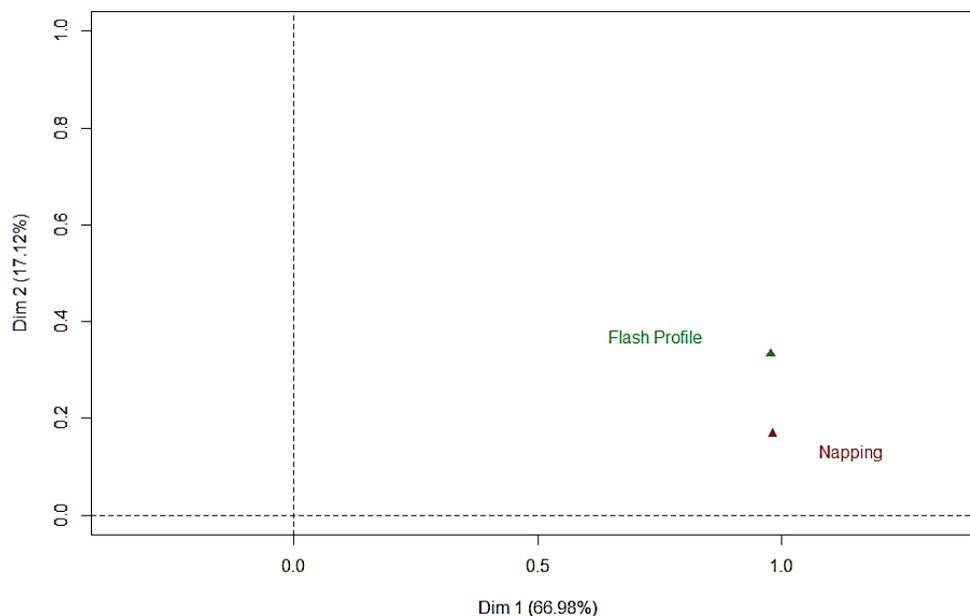
**Figura 23: Circulo de correlación de las variables suplementarias (descriptores) del Análisis Factorial Múltiple, en el contexto del *Napping*<sup>®</sup>-UFP.**

Los resultados de las correlaciones y los valores de coseno cuadrado de los descriptores se presentan en el ANEXO 8. Estos valores sirven para caracterizar las muestras evaluadas en función a las variables suplementarias (descriptores sensoriales). Las muestras HD2.1, HD2.2 y HD1 fueron caracterizadas por ser jugosas, grumosas, sabor a pollo, rosadas, porosas, masticables, saladas y grasosas. La muestra Otto Kunz fue caracterizada como dura y con presencia de glutamato; la muestra Braedt fue caracterizada como ahumada, amarga, suave, ácida, marrón y condimentada. Cabe señalar que en *Napping*<sup>®</sup>-UFP las variables suplementarias son proyectadas en el Análisis Factorial Múltiple al construir una tabla de contingencia la cual está formada por las frecuencias en que los evaluadores mencionaron los descriptores sensoriales para cada muestra (Moussaoui 2010), por ejemplo, la muestra HD2.1 se caracteriza por poseer sabor a pollo debido a que obtuvo una alta frecuencia de verbalización por parte de los evaluadores a diferencia de la muestra Otto Kunz en la cual solo tres evaluadores la caracterizaron de tal forma.

#### **4.3. CORRELACIÓN ENTRE EL *NAPPING*<sup>®</sup> Y EL *FLASH PROFILE***

En la Figura 24 se muestra los resultados del análisis factorial múltiple, donde se observa que las dos primeras dimensiones (Dim 1 y Dim 2) retienen el 84,10 por ciento de la

variación total. Ambos métodos se encuentran cercanos, lo cual indica una alta correlación de los datos de sus matrices.

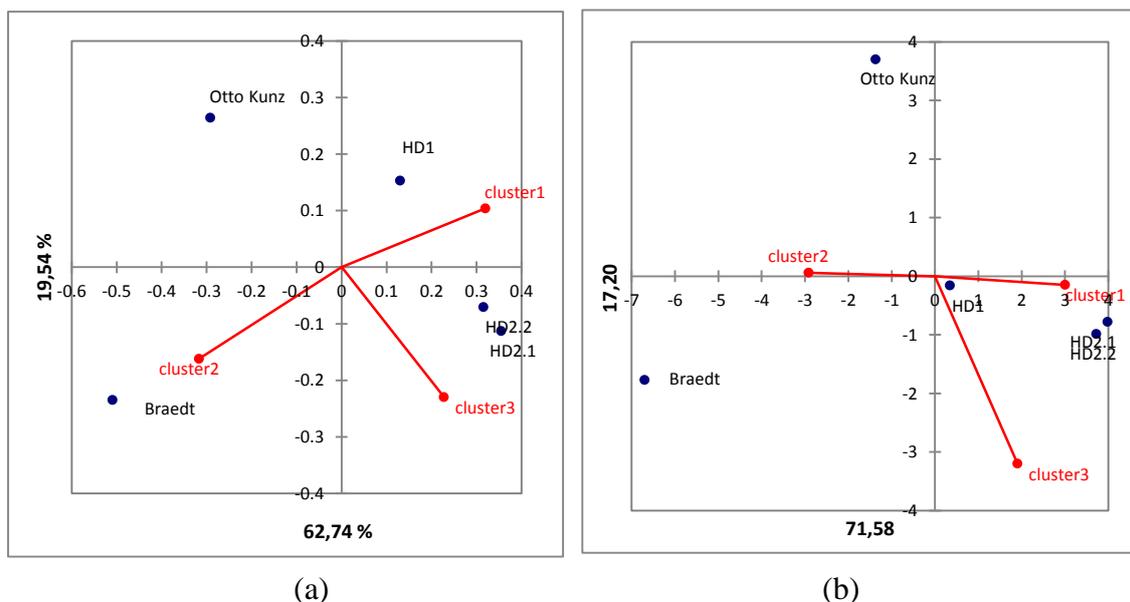


**Figura 24: Saturación de las dos técnicas descriptivas en función a las dos primeras dimensiones del análisis factorial múltiple.**

Al correlacionar la matriz de las coordenadas de las muestras en las dos primeras dimensiones del Análisis Procrustes Generalizado para los datos del *Flash Profile* y el Análisis Factorial Múltiple para los datos del *Napping*<sup>®</sup> se obtuvo un valor del coeficiente de correlación vectorial ( $R_v$ ) de 0,93 ( $p$ -valor = 0,008), similar al obtenido por Puma y Núñez (2018) al correlacionar la matriz de datos de dos técnicas sensoriales: Perfil de textura con un panel entrenado y el Perfil *Flash* ( $R_v=0,94$ ). Por otro lado Perrin (2008) *et al.* Compararon tres técnicas de verbalización en el contexto de *Napping*<sup>®</sup>: *Ultra Flash Profile* (UFP), *Free Profile* (FP) y con Panel Entrenado (PE); el coeficiente  $R_v$  entre UFP y FP fue de alrededor de 0,94 mientras que para FP y PE fue 0,90, similares al valor reportado en la presente investigación. Con relación a ello Cartier *et al.* (2006) mencionan que los valores del  $R_v$  se consideran aceptables a partir de 0,68. Cartier *et al.* (2006) obtuvieron valores de  $R_v = 0,77$  y  $R_v = 0,85$  aplicando la técnica *Free Sorting Task* con panelistas entrenados y no entrenados, respectivamente. Rivera *et al.* (2010) reportaron un valor de  $R_v = 0,88$  en la correlación de datos entre técnicas descriptivas convencionales y rápidas para la descripción sensorial de *hamburguesas* de *Euthynnus lineatus* y Albert *et al.* (2011) reportaron valores de correlación de  $R_v = 0,856$  entre la técnica del QDA<sup>®</sup> y Perfil *Flash* en la evaluación de productos de pescado.

#### 4.4. OBTENCIÓN DEL MAPEO DE PREFERENCIA EXTERNO DE LAS MUESTRAS DE *HOT-DOG* DE POLLO

En la Figura 25 se muestra el mapeo de los clúster de los consumidores en función a la escala hedónica mediante la técnica Prefmap derivados del método *Flash Profiling* (Figura 25 a) y *Napping®-UFP* (Figura 25 b).



**Figura 25: Mapeo de preferencia de las muestras de *hot-dog*: (a) *Flash Profile* y (b) *Napping®-UFP*.**

Las Figuras 25 a y 25 b permiten representar los vectores de la escala hedónica de los grupos de consumidores en el mapa generado a partir de sus percepciones de los descriptores sensoriales de las muestras en estudio. Según Naes y Risvik (1996), el tamaño de los vectores se relaciona con el coeficiente de correlación, mientras mayor sea este indicador mayor será el tamaño del vector en el mapa, y por supuesto mejor será el ajuste de los datos. La preferencia de los consumidores, se incrementa mientras menos distancia exista entre la punta del vector y los objetos. Por el contrario un vector pequeño, indica una considerable dispersión de los datos, siendo su interpretación riesgosa.

Los gustos de los consumidores medidos en la escala hedónica de nueve puntos del clúster 1 en el Mapeo de Preferencia con la técnica del *Flash Profile* (Figura 23 a) mostraron valores ascendentes para las muestras Braedt, Otto Kunz, HD1, HD2.2 y HD2.1; el clúster 2: HD2.1, HD2.2, HD1, Otto Kunz y Braedt; el clúster 3: Otto Kunz, Braedt, HD1, HD2.2 y HD2.1 La

diferencia entre el clúster 1 y 3 se debe principalmente a que a los consumidores les gustó menos la muestra Braedt (*clúster 1*) a diferencia del *clúster 3* donde la muestra que menos gustó fue Otto Kunz. Estos resultados en conjunto con la caracterización sensorial de las muestras mediante la técnica *Flash Profile* evidencian que las características sensoriales que influyen en la aceptabilidad de los consumidores de los clúster 1 y 3 (80 % del total) son: color rosado, olor y sabor a embutido de pollo, grasoso, masticable, jugoso, con especias y salado.

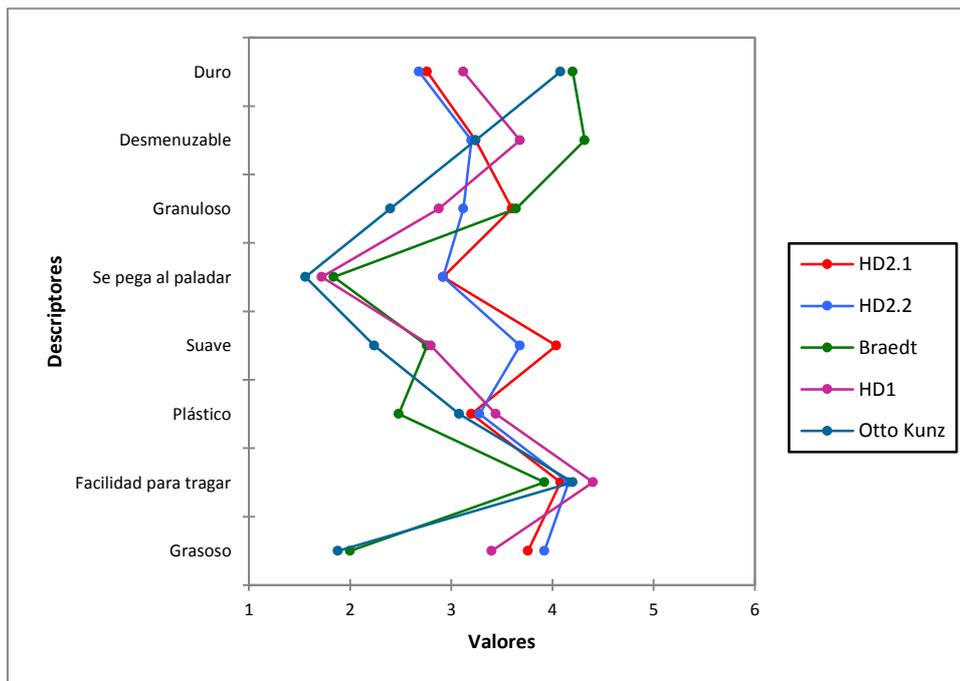
De la misma manera los gustos medidos en escala hedónica de nueve puntos del clúster 1 en el Mapeo de Preferencia con la técnica del *Napping®-UFP* (Figura 23 b) mostraron valores ascendentes para las muestras Braedt, Otto Kunz, HD1, HD2.2 y HD2.1; el *clúster 2*: HD2.1, HD2.2, HD1, Otto Kunz y Braedt; el *clúster 3*: Otto Kunz, Braedt, HD1, HD2.2 y HD2.1 La diferencia entre los *clúster 1* y 3 se debe principalmente a que a los consumidores les gustó menos la muestra Braedt (*clúster 1*) a diferencia del clúster 3 donde la muestra que menos gustó fue Otto Kunz. Estos resultados en conjunto con la caracterización sensorial de las muestras mediante la técnica *Napping®-UFP* evidencian que las características sensoriales que influyen en la aceptabilidad de los consumidores de los clúster 1 y 3 (80 % del total) son: jugoso, grumoso, sabor a pollo, color rosado, poroso, masticable, salado y grasoso.

Los mapas de preferencia de las muestras con los métodos descriptivos rápidos *Flash Profile* y *Napping®-UFP* obtuvieron resultados similares y esto se debe a la alta correlación ( $R_v = 0,93$ ) entre estas dos técnicas. Por su parte, Ramírez-Rivera *et al.* (2016) compararon los mapas de preferencia mediante el Análisis Descriptivos Cuantitativo y el *Flash Profile* mediante el modelo vectorial y circular, obteniendo mejores resultados con la técnica del *Flash Profile* y el modelo vectorial, el cual fue efectuado en la presente investigación.

#### **4.5. OBTENCIÓN DEL PERFIL DE TEXTURA DEL CONSUMIDOR DE LAS MUESTRAS DE *HOT-DOG***

En la Figura 26 se muestra el Perfil de Textura del Consumidor de las muestras de *hot-dog* de pollo. Los valores de dureza variaron entre 2,7 a 4,1 en promedio. Para el caso del descriptor desmenuzable entre 3,2 a 3,6; para granuloso entre 2,4 a 3,6; para el descriptor se pega al paladar entre 1,6 a 2,9; para suave entre 2,2 a 4,0; para plástico entre 2,5 a 3,4; para

el descriptor fácil de tragar entre 3,9 a 4,4 y para grasoso entre 1,9 a 3,9. En la Figura 26 se muestra que el perfil de la muestra HD 2.1 y HD 2.2 son similares evidenciando que los evaluadores calificaron adecuadamente las muestras con la escala empleada, debido a que en el estudio se incluyó una muestra duplicada (HD 2.1 y HD 2.2); además, las muestras repetidas solamente variaron en el color y la funda de la muestra HD 1, lo cual explicaría la similitud entre los perfil de textura del consumidor de las muestras experimentales. Adicionalmente, se observa que la intensidad del descriptor duro para las muestras HD 2.1 y HD 2.2 es menor que para las muestras Braedt y Otto Kunz; a diferencia del descriptor suave, donde las menores calificaciones las obtuvieron las muestras Braedt y Otto Kunz y las mayores las muestras HD 2.1 y HD 2.2.



**Figura 26: Perfil de textura del consumidor de las cinco muestras de *hot-dog*.**

Los valores de dureza variaron entre 2,7 a 4,1 en promedio. Para el caso del descriptor desmenuzable entre 3,2 a 3,6; para granuloso entre 2,4 a 3,6; para el descriptor se pega al paladar entre 1,6 a 2,9; para suave entre 2,2 a 4,0; para plástico entre 2,5 a 3,4; para el descriptor fácil de tragar entre 3,9 a 4,4 y para grasoso entre 1,9 a 3,9. En la Figura 26 se muestra que el perfil de la muestra HD 2.1 y HD 2.2 son similares evidenciando que los evaluadores calificaron adecuadamente las muestras con la escala empleada, debido a que en el estudio se incluyó una muestra duplicada (HD 2.1 y HD 2.2); además, las muestras

repetidas solamente variaron en el color y la funda de la muestra HD 1, lo cual explicaría la similitud entre los perfil de textura del consumidor de las muestras experimentales. Adicionalmente, se observa que la intensidad del descriptor duro para las muestras HD 2.1 y HD 2.2 es menor que para las muestras Braedt y Otto Kunz; a diferencia del descriptor suave, donde las menores calificaciones las obtuvieron las muestras Braedt y Otto Kunz y las mayores las muestras HD 2.1 y HD 2.2.

Los descriptores: duro, desmenuzable, granuloso, se pega al paladar, suave, plástico y grasoso obtuvieron un p-valor menor a 0,05 en la fuente de variación “muestra”, con lo que existió suficiente evidencia estadística para afirmar que al menos una de las muestras era diferente a las demás, por lo que se llevó a cabo la prueba de comparación múltiple de Tukey (Figura 27). En contraste a ello, el descriptor facilidad para tragar obtuvo un p-valor menor a 0,05 evidenciando que las muestras fueron percibidas de la misma manera por los evaluadores para este descriptor sensorial. No hubo diferencias significativas para los ocho descriptores, en la fuente de variación “evaluador” del ANVA, lo cual justificó el bloqueo en el DBCA. El Análisis de Varianza y las salidas estadísticas se muestran en el ANEXO 9.

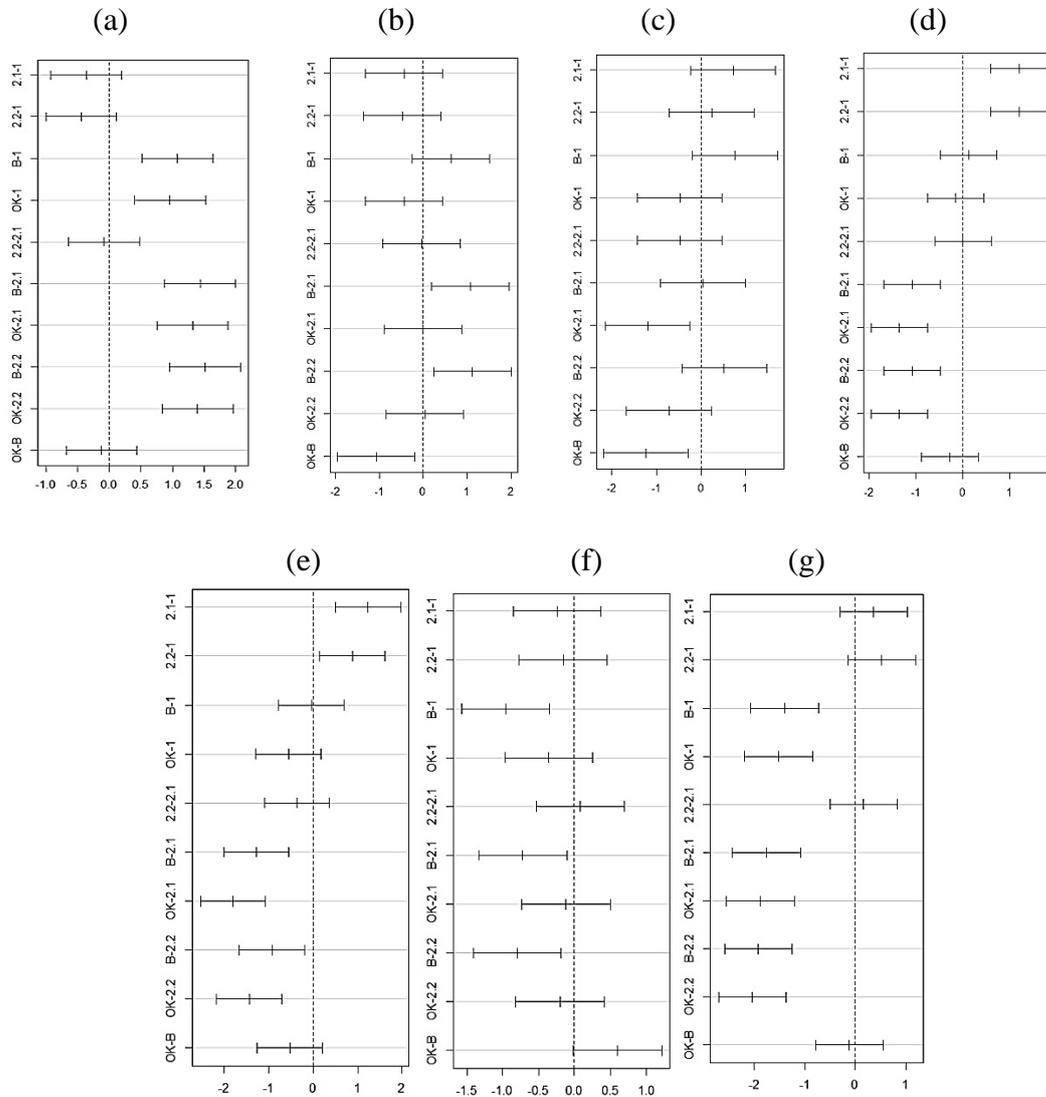
No hubo diferencia significativa para el descriptor “duro”, a un nivel de significancia del cinco por ciento, entre las muestras HD 2.1 y HD 1; HD 2.2 y HD 1; HD 2.2 y HD 2.1 y, Otto Kunz y Braedt (Figura 27 a).

No hubo diferencia significativa para el descriptor “desmenuzable”, a un nivel de significancia del cinco por ciento, entre las muestras HD 2.1 y HD 1; HD 2.2 y HD 1; Braedt y HD 1; Otto Kunz y HD 1; HD 2.2 y HD 2.1; Otto Kunz y HD 2.1 y, Otto Kunz y HD 2.2 (Figura 27 b).

No hubo diferencia significativa para el descriptor “granuloso”, a un nivel de significancia del cinco por ciento, entre las muestras HD 2.1 y HD 1; HD 2.2 y HD 1; Braedt y HD 1; Otto Kunz y HD 1; HD 2.2 y HD 2.1; Braedt y HD 2.1; Braedt y HD 2.2 y, Otto Kinz y HD 2.2. (Figura 27 c).

No hubo diferencia significativa para el descriptor “se pega al paladar”, a un nivel de significancia del cinco por ciento, entre las muestras Braedt y HD 1; Otto Kunz y HD 1; HD 2.2 y HD 2.1y, Otto Kunz y Braedt (Figura 27 d).

No hubo diferencia significativa para el descriptor “suave”, a un nivel de significancia del cinco por ciento, entre las muestras Braedt y HD 1; Otto Kunz y HD 1; HD 2.2 y HD 2.1y, Otto Kunz y Braedt (Figura 27 e).



**Figura 27: Comparación múltiple de Tukey de los descriptores del Perfil de Textura del Consumidor: (a) duro, (b), desmenuzable (c) granuloso, (d) se pega al paladar, (e) suave, (f) plástico y (g) grasoso.**

No hubo diferencia significativa para el descriptor “plástico”, a un nivel de significancia del cinco por ciento, entre las muestras HD 2.1 y HD 1; HD 2.2 y HD 1; Otto Kunz y HD 1; HD 2.2 y HD 2.1; Otto Kunz y HD 2.1; Otto Kunz y HD 2.2 (Figura 27 f).

No hubo diferencia significativa para el descriptor “grasoso”, a un nivel de significancia del cinco por ciento, entre las muestras HD 2.1 y HD 1; HD 2.2 y HD 1; HD 2.1 y HD 2.2 y, Otto Kunz y Braedt (Figura 27 g).

## V. CONCLUSIONES

1. Se caracterizaron sensorialmente las muestras de *hot-dog* de pollo, mediante el Análisis Procrustes Generalizado, que permitió obtener las correlaciones de los descriptores en las dos primeras dimensiones del *Flash Profile*. La dimensión 1 (+) estuvo representada por los descriptores: color rosado, olor a embutido de pollo, sabor a embutido de pollo, grasoso, masticable, jugoso, con especias y salado. La dimensión 1 (-), por: dureza, ahumado y granuloso. La dimensión 2 (+), por: arenoso, adhesivo y color marrón. La dimensión 2 (-), por el descriptor compacto.
2. La metodología *Napping-Ultra Flash Profile* permitió caracterizar las muestras de *hot-dog* de pollo. Para tal caso, las muestras HD2.1, HD2.2 y HD1 fueron caracterizadas por ser: jugosas, grumosas, sabor a pollo, rosadas, porosas, masticables, saladas y grasosas. La muestra Otto Kunz fue caracterizada como: dura y con presencia de glutamato; la muestra Braedt fue caracterizada como: ahumada, amarga, suave, ácida, marrón y condimentada.
3. El análisis factorial múltiple permitió correlacionar los datos generados por el panel del *Flash Profile* y los generados por la metodología *Napping-Ultra Flash Profile*, mediante el coeficiente de correlación vectorial  $R_v$  que indicó que sus matrices están altamente correlacionadas ( $R_v = 0,93$ ). El posicionamiento y la caracterización sensorial de las muestras de *hot-dog* de pollo fue similar en ambas técnicas sensoriales.
4. Se identificaron los atributos sensoriales que influyen en la aceptabilidad de los consumidores de *hot-dog* mediante la técnica de *Flash Profile*, los cuales fueron: color rosado, olor y sabor a embutido de pollo, grasoso, masticable, jugoso, con especias y salado; y mediante la técnica *Napping<sup>®</sup>-UFP*, los cuales fueron: jugoso, grumoso, sabor a pollo, color rosado, poroso, masticable, salado y grasoso.

5. Se determinaron los perfiles de textura del consumidor para las muestras de *hot-dog* de pollo haciendo uso de consumidores para las marcas Braedt y Otto Kunz, y las muestras experimentales HD2.1, HD2.2 y HD1. Se comprobó el uso del perfil de textura del consumidor como una prueba descriptiva aplicada con un panel no entrenado, evidenciando que los consumidores fueron capaces de interpretar y cuantificar los descriptores sensoriales relacionados a la textura del *hot-dog* de carne de pollo.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de comparación entre métodos clásicos de caracterización sensorial, con alimentos nacionales, como QDA®, *Spectrum* o Perfil de Textura, con perfiles rápidos como Perfil de Libre Elección, Perfil *Flash*, CATA, RATA, Pivot® o Napping®, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre ambos métodos.
2. Correlacionar datos sensoriales generados por un panel entrenado y no entrenado con datos instrumentales.
3. Emplear métodos sensoriales descriptivos rápidos en futuras investigaciones de caracterización sensorial y vida en anaquel de alimentos nacionales.
4. Aplicar el Mapeo de Preferencia Externo con métodos descriptivos por un panel entrenado (Análisis Descriptivo Cuantitativo, *Spectrum*) y con métodos descriptivos rápidos (CATA, RATA, Pivot® o Napping® *UFP*).

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdi, H. 2007. Rv and congruence coefficients. IN: Encyclopedia of Measurement & Statistics. (Ed. N.J. Salkind). Thousand Oaks, USA: SAGE publications Inc., 849-853.
- Abdi, H.; Valentin, D. 2007. Multiple factor analysis. In N.J. Salkind (Ed.): Encyclopedia of Measurement and Statistics. Thousand Oaks (CA): Sage. pp. 657-663.
- Abdi, H.; Williams, L. J.; Valentin, D. 2013. Multiple factor analysis: principal component analysis for multitable and multiblock data sets. Wiley Interdisciplinary reviews: computational statistics 5(2): 149-179.
- Aguiar, E. 2009. Evaluación de diferentes niveles de jugo de pimiento, como antioxidante natural en la elaboración de salchicha de pollo. Tesis Ing. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 109 p.
- Álvarez, H. 2009. Metodología para el desarrollo de productos alimentarios con alto contenido emocional (*Kansei Food Engineering*). Apsoluti S. L. 2009:1-8.
- Álvarez, H.; Álvarez, H. 2011. Cómo diseñar y desarrollar productos con alto contenido emocional a través de la Ingeniería *Kansei*. Apsoluti S. L. may. 2011: 1-14.
- Albert, A.; Varela, P.; Salvador, A.; Hough, G.; Fiszman, S. 2011. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA<sup>®</sup>, Flash Profiling and Projective Mapping using panels with different degrees of training. Food Quality and Preference 22(5):463-473.
- Antúnez, L.; Vidal, L.; Giménez, A.; Ares, G. 2017. Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: Case study with four sample sets of powdered drinks. Food quality and preference 56:149-163.

- Bangcuyo, R. G.; Smith, K. J.; Zumach, J. L.; Pierce, A. M.; Guttman, G. A.; Simons, C. T. 2015. The use of immersive technologies to improve consumer testing: The role of ecological validity, context and engagement in evaluating coffee. *Food Quality and Preference*, 41, 84-95.
- Bourne, M. 2002. Food texture and viscosity: Concept and measurement. Orlando, EE. UU, Academia Press. 423 p.
- Bruzzone, F. 2014. Aplicación de metodologías de caracterización sensorial con consumidores en el desarrollo de postres lácteos funcionales. Tesis Mg. Sc. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 113 p.
- Cardello, A. V.; Schutz, H. G. 2003. The concept of food freshness: Uncovering its meaning and importance to consumers. In K. R. Cadwallader & H. Weenen (Eds.), *Freshness and Shelf Life of Foods* (pp. 22–41). Washington, D.C.: American Chemical Society
- Cadoret, M.; Husson, F. 2013. Construction and evaluation of confidence ellipses applied at sensory data. *Food Quality and Preference* 28(1):106-115.
- Cadoret, M.; Lê, S.; Pagès, J. 2009. A factorial approach for sorting task data (FAST). *Food Quality and Preference*, 20, 410–417.
- Cartier, R.; Rytz, A.; Lecomte, A.; Poblete, F.; Krystlik, J.; Belin, E.; Martin, N. 2006. Sorting procedure as an alternative to Quantitative Descriptive Analysis to obtain a product sensory map. *Food Quality and Preference* 17(7):562-571.
- Chateau, F.; Lebart, L. 1996. Assessing sample variability in the visualization techniques related to principal component analysis: Bootstrap and alternative simulation methods. In Alberto Prats (Ed.), *Proceedings de COMPSTAT*. Heidelberg: Physica Verlag.
- Coleman, L. B. 2015. The customer-driven organization: Employing the Kano model. London: CRC Press.

- Dairou, V.; Sieffermann, J. 2002. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the Flash Profile. *Journal of Food Science* 67(2):826-834.
- Dehlholm, C.; Brockhoff, P. B.; Bredie, W. L. P. 2012. Confidence ellipses: A variation based on parametric bootstrapping applicable on multiple factor analysis results for rapid graphical evaluation. *Food Quality and Preference*, 26:278–280.
- Delarue, J.; Sieffermann, J. 2004. Sensory mapping using Flash Profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food Quality and Preference* 15(4):383–392.
- Delarue, J.; Lawlor, B.; Rogeaux, M. 2015. *Rapid sensory profiling techniques: Applications in new product development and consumer research*. Kidlington, UK, Elsevier. 584 p.
- Elías, C.; Chirinos, R.; Salvá, B. 2000. *Elaboración de embutidos*. Lima, Perú, s.e. 91 p.
- Endrizzi, I.; Gasperi, F.; Rodbotten, M.; Næs, T. 2014. Interpretation, validation and segmentation of preference mapping models. *Food Quality and Preference* 32 (2014) 198–209.
- Esequiel, U.; Aldas, J. 2005. *Análisis multivariante aplicado: Aplicaciones al marketing, investigación de mercados, economía, dirección de empresa y turismo*. Madrid, España, Paraninfo. 552 p.
- Essien, F. 2005. *Fabricación de embutidos: Principios y práctica*. Zaragoza, España, Acribia. 106 p.
- Evans, J.; Lindsay, W. 2015. *Administración y Control de Calidad*. Editorial Cengage Learning Editores S.A. de C.V. México D.F., México. 105-108 pp.
- Fariña, L.; Villar, V.; Ares, G.; Carrau, F.; Dellacassa, E.; Boido, E. 2015. Volatile composition and aroma profile of Uruguayan Tannat wines. *Food Research International* 69:244-255.

- Gamboa, J.; Guadalupe, D.; Ramírez, E. 2012. Calidad fisicoquímica y sensorial de queso tipo Manchego durante la maduración. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(4):929-938.
- Glorion, S.; Le, R.; Mandon, V. 2009. Napping® VS. Classic sensorial analysis. AGROCAMPUS OUEST - Institut national supérieur des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage. 14 p.
- González-Tomás, L.; Costell, E. 2006. Relation between consumers' perceptions of color and texture of dairy desserts and instrumental measurements using a generalized procrustes analysis. *Journal of dairy science*, 89(12), 4511-4519.
- Grice, J.; Assad, K. 2009. Generalized Procrustes analysis: A tool for exploring aggregates and persons. *Applied Multivariate Research* 13(1):93-112.
- Hernández, M.; López, J.; Gómez, T.; Santiago, R.; Ramón, L.; Delgado, F.; Shain, A.; Huante, Y; Ramírez, E. 2010. Comparación de la descripción sensorial del queso fresco "cuajada" mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo y el Perfil Flash. *Ciencia y Mar* (42):3-12.
- Hirata, R. 2009. Traducción de las emociones y sensaciones del cliente en productos y servicios: Una herramienta de la sexta generación de calidad. Tesis PhD. México D. F., México. UNAM. 158 p.
- Husson, F.; Cadoret, M. 2012. Confidence ellipses in holistic approaches. In 12th European Symposium on Statistical Methods for the Food Industry, Paris.
- Ikeda, G.; Naga, H.; Sagara, Y. 2004. Development of food kansei model and flavors of green tea beverage application for designing tastes and flavors of Green tea beverage. *Food science and technology research* 10(4):396-404.
- Jaeger, S.; Rossiter, K.; Wismer, W.; Harker, F. 2003. Consumer-driven product development in the kiwifruit industry. *Food Quality and Preference* 14 (2003): 187–198.

- Jordan, P. W. 2000. Designing pleasurable products: An introduction to the new human factors. New York, EE. UU., CRC press. 217 p.
- Josse, J.; Pages, J.; Husson, F. 2008. Testing the significance of the RV coefficient. *Computational Statistics & Data Analysis* 53: 82-91.
- Kano, N. 2001. Life cycle and creation of attractive quality. Paper presented at the 4th International QMOD Conference Quality Management and Organizational Development, Linköpings Universitet, Sweden.
- Kemp, S. E.; Hort, J.; Hollowood, T. (Eds.). 2018. *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. John Wiley & Sons.
- Kennedy, J.; Heymann, H. 2009. Projective mapping and descriptive analysis of milk and dark chocolates. *Journal of Sensory Studies* 24: 220–233
- King, M. C.; Cliff, M. A.; Hall, J. W. 1998. Comparison of projective mapping and sorting data collection and multivariate methodologies for identification of similarity-of-use of snack bars. *Journal of Sensory Studies* 13: 347–358.
- Kobayashi, M.; Benassi, M. 2012. Caracterização sensorial de cafés solúveis comerciais por Perfil Flash. *Semina: Ciências Agrárias*. 33(2):3081-3092.
- Lawless, H.; Heymann, H. 2010. Sensory evaluation of food. principles and practices. New York, EE. UU., Springer. 596 p.
- Lebart, L. 2007. Which bootstrap for principal axes methods? Selected contributions in data analysis and classification. Berlin Heidelberg: Springer.
- Le, M. T. 2015. Réflexions méthodologiques autour du Napping: vers une intégration du comportement du sujet dans l'analyse des données de Napping. Doctoral dissertation, Agrocampus Ouest. 162 p.

- Lê, S.; Josse, J.; Husson, F. 2008. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *Journal of statistical software* 25(1): 1-18.
- Lê, S.; Husson, F. 2008. SensoMineR: A package for sensory data analysis. *Journal of Sensory Studies* 23(1): 14–25.
- Lee Seunghee; Harada, A.; Jan Stappers Pieter. 2002. Pleasure with: Design base don kansei. *Pleasure with products: Beyond usability* 2002:219-229.
- López, S. 2007. Desarrollo y evaluación sensorial de una salchicha de pollo con fibra. Tesis Ing. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 34 p.
- López, V.; Rodríguez, A.; Riol, D.; Sánchez R.; Sampedro A.; Santos, D. 2011. Diseño afectivo e Ingeniería Kansei: Guía metodológica. Fundación PRONDITEC. Gijón, España. 72 p.
- Louw, L. 2014. Sensory analysis of brandy: the application of rapid profiling methodologies. Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University. 131 p.
- Mak, A.; Lumbers, M.; Eves, A.; Chang, R. 2013. An application of the repertory grid method and generalised Procrustes analysis to investigate the motivational factors of tourist food consumption. *International Journal of Hospitality Management* 35:327–338.
- Marco-Almagro, L. 2011. Statistical methods in kansei engineering studies. Tesis PhD. Barcelona, España, Universidad Politécnica de Catalunya. 329 p.
- Marco-Almagro, L.; Schütte, S. 2014. Development of an affective sensorial analysis method for the food industry. In KEER2014. Proceedings of the 5th kansei engineering and emotion research; Linköping; Sweden; Linköping University, jun 2014:1521-1543.
- Martín, B. 2005. Estudio de las comunidades microbianas de embutidos fermentados ligeramente acidificados mediante técnicas moleculares. Estandarización, seguridad y mejora tecnológica. Tesis PhD. Cataluña, España, Universidad de Girona. 209 p.

- Meilgaard Morten C.; Civille Gail Vance, Carr B. Thomas. 2016. *Sensory Evaluation Techniques* fifth edition. CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton, FL - USA
- Morand, E.; Pagès, J. 2006. Procrustes multiple factor analysis to analyse the overall perception of food products. *Food quality and preference* 17(1-2):36-42.
- Moussaoui, K.; Varela, P. 2010. Exploring onsumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. *Food Quality and Preference* 21(8):1088-1099.
- Naes, T.; Risvik, E. 1996. *Multivariate analysis of data in sensory science*. Amsterdam, Netherlands, Elsevier Science. 348 p.
- Nagamachi, M. 2011. *Kansei/affective engineering*. London, New York, CRC Press. 309 p.
- Nagamachi, M.; Mohd, A. 2011. *Innovations of Kansei Engineering*. London, New York, CRC Press 151 p.
- Nestrud, M. A.; Lawless, H. T. 2010. Perceptual mapping of apples and cheeses using projective mapping and sorting. *Journal of Sensory Studies*, 25(3), 390-405.
- N.T.P. 1999. *Carne y Productos Cárnicos. Embutidos con tratamiento térmico de embutir o enmoldar. Definiciones, clasificación y requisitos*. 16 p.
- O'sullivan, M. 2017. *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry*. Elsevier Academic Press. London, U.K.
- Oreskovich, D. C.; Klein, B. P.; Sutherland, J. W. 1991. Procrustes analysis and its applications to free-choice and other sensory profiling. *Sensory science theory and applications in foods*, 353-393.
- Pagès, J. 2003. Recueil direct de distances sensorielles: Application à l'évaluation de dix vins blancs du Val-de-Loire. *Sci. Aliments* 23, 679–688.

- Pagès, J. 2005. Collection and analysis of perceived product inter-distances using multiple factor analysis: Application to the study of 10 white wines from the Loire Valley. *Food Quality and Preference* 16: 642–649.
- Perrin, L.; Symoneaux, R.; Maitre, I.; Asselin, C.; Jourjon, F.; Page`S, J. 2008. Comparison of three sensory methods for use with the Napping\_ procedure: Case of ten wines from Loire valley. *Food Quality and Preference* 19 (2008) 1–11 p.
- Puma, G.; Núñez, C. 2018. Desarrollo de hot-dog a base de carne de pollo (*Gallus gallus*) mediante la Ingeniería Kansei Tipo II. In *Anales Científicos* 79 (1):201-209.
- Ramírez, E.; Ramón, L.; Huante, Y.; Shaín, A; Bravo, H; Martínez, C. 2009. Caracterización sensorial del camarón ahumado (*Litopenaeus vannamei*) mediante la técnica Perfil *Flash*. *Ciencia y Mar* (38):27-34.
- Ramírez, E.; Paz, E.; Nogueira, H. 2011. Caracterización sensorial y análisis de las preferencias de los consumidores de frituras tipo chips de malanga (*Colocasia esculenta*). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2(2):277-292.
- Ramírez, E. 2013. Estudio y aplicación de la Ingeniería Kansei al diseño de bibliotecas. Tesis Ing. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 141 p.
- Ramírez-Rivera, E. D. J.; Juárez-Barrientos, J. M.; Rodríguez-Miranda, J.; Ramírez-García, S. A.; Villa-Ruano, N.; Ramón-Canul, L. G. 2016. Comparación de mapas de preferencia mediante el análisis descriptivo cuantitativo y perfil flash en hamburguesas. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 3(7):103-112.
- Rason, J.; Léger, L.; Dufour, E.; Lebecque, A. 2006. Relations between the know-how of small-scale facilities and the sensory diversity of traditional dry sausages from the Massif Central in France. *Eur Food Res Technol.* 222(5-6):580–589.
- Risvik, E.; McEvan, J. A.; Colwill, J. S.; Rogers, R.; Lyon, D. H. 1994. Projective mapping: A tool for sensory analysis and consumer research. *Food Quality and Preference*, 5, 263–269.

- Risvik, E.; McEwan, J. A.; Rodbotten, M. 1997. Evaluation of sensory profiling and projective mapping data. *Food Quality and Preference*, 8, 63–71.
- Rivera, E.; Canul, L.; Escobar, M.; Borques, V.; De la Torre, M.; Mercado, A. 2010. Correlación entre el perfil descriptivo cuantitativo y perfil flash de hamburguesas de pescado barrilete negro (*Euthynnus lineatus*). *Nacameh*, 4(2), 55-68.
- Robert, P.; Escoufer, Y. 1976. A unifying tool for linear multivariate statistical methods: The rv-coefficient. *Journal of the Royal Statistical Society* 25(3):257-265.
- Rozas, V. 2015. Efecto de la adición de albúmina de huevo en las propiedades tecnológicas de salchichas tipo frankfurt durante su almacenamiento a 4 °C. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 119 p.
- Sandoval, J. 2011. Elaboración de chorizo con carne de cerdo y la adición de diferentes porcentajes de soya. Tesis Med. Veracruz, México, Universidad Veracruzana. 30 p.
- Santos, B.; Pollonio, M.; Cruz, A.; Messias, V.; Monteiro, R.; Oliveira, T.; Faria, J.; Freitas, M.; Bolini, H. 2013. Ultra-Flash Profile and Projective Mapping for Describing Sensory Attributes Of Prebiotic Mortadelas. *Food Research International* 54 (2013) 1705–1711.
- Schütte, S. 2002. Designing feelings into products: integrating kansei engineering methodology in product development. Institute of Technology. Linköping, Suecia, Linköpings Universitet. 115 p.
- Schütte S. 2005. Engineering emotional values in product design: kansei engineering in development. Institute of Technology. Linköping, Suecia, Linköpings Universitet 122 p.
- Schütte, S. 2013. Evaluation of the affective coherence of the exterior and interior of chocolate snaks. *Food Quality and Preference* 29(1):16-24.
- Schütte, S.; Eklund, J.; Axelsson, J.; Nagamachi, M. 2004. Concepts, methods and tools in Kansei Engineering. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 5(3):214-232.

- Schutz, H. G. 1965. Food action rating scale for measuring food acceptance. *Journal of Food Science*, 30 (2): 365-374.
- Shibata, M.; Araki, T.; Sagara, Y. 2008. Development of specified protocols and methodology in the application of food kansei model for the optimal design of danish pastry. *Food Science and Technology Research* 14(4):367-376.
- Silva, R.; Huamán, M.; Hurtado De Mendoza, K.; Bravo, N.; Silva, A. 2016. Caracterización sensorial de salsa a base de hongos (*Pleurotus ostreatus*) mediante la técnica Perfil *Flash*. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 7(1):1-16.
- Stone, H.; Sidel, J. 2004. *Sensory evaluation practices*. London, U.K, Elsevier Academic Press. 377 p.
- Stone, H.; Bleibaum, R.; Thomas, H. 2012. *Sensory Evaluation Practices*. Fourth edition. London, U.K. Elsevier Academic Press. 408 p.
- Szczesniak, A. S.; Loew, B. J.; Skinner, E. Z. 1975. Consumer texture profile technique. *Journal of Food Science*, 40(6): 1253-1256.
- Tomic, O. 2013. Differences between generalised procrustes analysis and multiple factor analysis in the case of projective mapping. Tesis Mg. Oslo, NMBU. 73 p.
- Toro, C. 2009. Desarrollo de un modelo de valor para clientes de un producto inmobiliario mediante la metodología de Kano. Tesis Mg. Santiago de Chile, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. 186 p.
- Ueda, R.; Araki, T.; Sagara, Y.; Ikeda, G.; Sano, C. 2008. Modified food kansei model to integrate differences in personal attributes between in-house expert sensory assessors and consumer panels. *Food Science and Technology Research* 14(5):445-456.
- Varela, P.; Ares, G. 2012. Sensory Profiling, The Blurred Line Between Sensory And Consumer Science. A Review of Novel Methods For Product Characterization. *Food Research International* 48 (2012) 893–908.

- Varela, P.; Ares, G. 2014. Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling. London, New York, CRC Press 389 p.
- Vergara, M.; Mondagrón, S.; Sancho, J.; Company, P.; Pérez, A. 2006. Aplicación de la semántica de productos al diseño de herramientas manuales – estudio piloto para la selección de semánticos en martillos. X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Valencia, España. 10 p.
- Wirth, F. 1991. Tecnología de los Embutidos Escaldados. Zaragoza, España, Acribia. 246 p.
- Wu, W.; Guo, Q.; De Jong, S.; Massart, D. L. 2002. Randomisation test for the number of dimensions of the group average space in generalised procrustes analysis. Food Quality and Preference 13(3):191-200.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE DESCRIPTORES SENSORIALES DE *HOT-DOG* DE POLLO USANDO EL PERFIL *FLASH*

NOMBRES Y APELLIDOS:.....	FECHA: ...../...../.....
EDAD: ..... SEXO: M / F	HORA: .....

Ante Ud. hay cinco muestras de *hot-dog* de pollo; por favor, evalúelas según Ud. considere conveniente en cuanto a su textura. Céntrese en las características que diferencian a unas muestras de otras y anótelas en la lista de descriptores sensoriales. Después, si Ud. considera adecuado, defina cada descriptor que identificó. Recuerde que necesitará esa información en la siguiente etapa. Puede enjuagarse la boca cuando considere adecuado.

#### Descriptor sensorial

#### Definición

1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____
5. _____	_____
6. _____	_____
7. _____	_____
8. _____	_____
9. _____	_____

Observaciones:.....  
.....

**¡Muchas gracias por su participación!**

**ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN DE HOT-DOG DE POLLO USANDO EL PERFIL *FLASH***

NOMBRES Y APELLIDOS:..... EDAD: ..... SEXO: M / F	FECHA: ...../...../.....
	HORA: .....

Ante Ud. hay cinco muestras de *hot-dog* de pollo codificadas con letras de la “A” a la “E”; por favor, anote todos los descriptores que registró en la ficha anterior. Ud. es libre de poner las anclas que considere adecuadas. Pruebe cada una de las muestras y coloque los códigos de las muestras en la escala de intensidad según su criterio. Marque una línea vertical sobre la línea horizontal para cada muestra e indique la letra que corresponde; se permiten empates. Entre muestra y muestra enjuáguese la boca.

**1. Descriptor sensorial:** \_\_\_\_\_


**2. Descriptor sensorial:** \_\_\_\_\_


**3. Descriptor sensorial:** \_\_\_\_\_


**4. Descriptor sensorial:** \_\_\_\_\_


**5. Descriptor sensorial:** \_\_\_\_\_

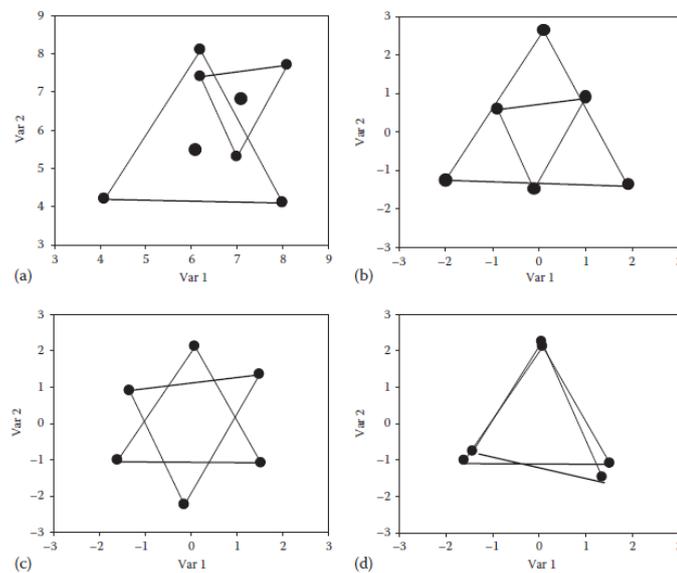

**Observaciones:**.....  
 .....

**¡Muchas gracias por su participación!**

### ANEXO 3: ANÁLISIS PROCRUSTES GENERALIZADO

El Análisis Procrustes Generalizado (APG) es una técnica multivariante utilizada para el análisis de diferentes tipos de datos sensoriales. El APG permite coincidir las diferentes configuraciones obtenidas de los evaluadores, mediante la transformación de los espacios individuales en tres pasos (traducción o traslación, escalamiento y rotación o reflexión) y adecuándolas para producir un espacio común o medio.

La Figura 28 muestra las configuraciones correspondientes a dos evaluadores ( $K = 2$ ) que evaluaron dos atributos ( $M = 2$ ) para tres muestras ( $N = 3$ ).



**Figura 28: Transformaciones del Análisis Procrustes generalizado.**

**Ejemplo para las configuraciones teóricas de dos asesores que evalúan tres muestras: (a) las configuraciones iniciales, (b) traducción, (c) escalamiento, y (d) rotación.**

Mediante el uso de transformaciones geométricas, el APG ajusta las configuraciones y los compara entre sí tan estrechamente como sea posible. El primer paso es una traducción de superposición de las configuraciones de los evaluadores en un centro común (Figura 28 b) (Dijksterhuis y Gower 1991/1992).

El segundo paso es un escalado isotrópico donde las configuraciones se agrandan o encogen para obtener nuevas configuraciones que son aproximadamente del mismo tamaño (Figura 28 c), pero manteniendo constante la distancia relativa entre las muestras.

Por último, la tercera etapa consiste en rotaciones para que coincida con las configuraciones tanto como sea posible (Figura 27 d). Después de estos pasos, una configuración común se calcula como la media de todas las configuraciones individuales transformadas.

La configuración de consenso final obtenida se expande en un espacio promedio del grupo con el mismo número de dimensiones (M) que el espacio original. Para facilitar las representaciones, se suele aplicar un Análisis de Componentes Principales para seleccionar un número inferior de dimensiones, que explica la mayor parte de la variabilidad (Dijksterhuis 1996).

Matemáticamente, el análisis Procrustes generalizado se expresa mediante la minimización de las distancias entre los mismos objetos para diferentes evaluadores, con la condición de que las distancias entre los objetos de un evaluador no pueden modificarse. Gower en el año 1975 da una derivación matemática de análisis de Procrustes generalizado.

Las distancias anteriormente mencionadas pueden ser expresadas como las diferencias entre las matrices individuales.

$$\sum_{k < l}^k \|\tau(X_k) - \tau(X_l)\| \quad (1)$$

$\tau(X_k)$  Significa una determinada transformación  $\tau$  de las  $X_k$  matrices, y  $\|M\| = \text{tr}(MM^T) = \sum_{ij} m^2_{ij}$  es la suma de los cuadrados de los elementos de M. La transformación  $\tau$  tiene que mantener las distancias relativas entre los puntos-productos.

Minimizar (1) es equivalente a minimizar:

$$\sum_{k=1}^k \|\tau(X_k) - Y\| \quad (2)$$

Cuando

$$Y = K^{-1} \sum_{k=1}^k \tau(X_k)$$

Siendo la media de los datos de las matrices individuales transformado  $\tau(X_k)$ .

Las transformaciones aplicadas en el análisis de Procrustes son traslaciones, rotaciones y escalado isotrópico y se pueden expresar de la siguiente manera.

$$\tau(X_k) = \rho_k X_k H_k + T_k \quad (3)$$

donde  $\rho_k$  es el factor de escalamiento,  $H_k$  de la rotación de la matriz y  $T_k$  es la traslación.

El criterio de minimización por el Análisis Procrustes Generalizado es la suma de todas las distancias al cuadrado entre las matrices individuales transformadas por (2) que se puede escribir como:

$$\sum_{k < l}^k \|\rho_k X_k H_k - \rho_l X_l H_l\|^2 = \sum_{k=1}^k \|Y - \rho_k X_k H_k\|^2 \quad (4)$$

Es necesario algunas restricciones, para asegurar soluciones no triviales. Una restricción es en las matrices de rotación siendo  $H_k$ , son matrices ortonormales, por lo tanto,

$$H_k' H_k = H_k H_k' = I \quad (5)$$

Se necesita una restricción sobre los factores de escala isotrópica  $\rho_k$  para evitar que se convierta en cero y reduzca al mínimo (4) de una manera trivial. La restricción de las escalas de la varianza total de  $K$ , el número de conjuntos:

$$\sum_{k=1}^K \|\rho_k X_k H_k\|^2 = K \quad (6)$$

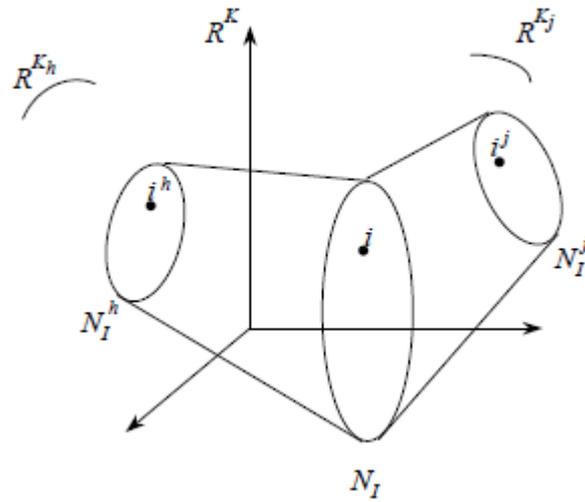
## ANEXO 4: ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE

El análisis factorial múltiple (AFM) es una extensión del análisis de componentes principales (ACP) diseñado para manejar tablas de datos múltiples que miden conjuntos de variables recopiladas en las mismas muestras donde se miden las mismas variables en diferentes conjuntos de observaciones. El AFM procede en dos pasos: primero, calcula un ACP de cada tabla de datos y normaliza cada tabla dividiendo todos sus elementos por el primer valor singular obtenido de su ACP (Abdí *et al.* 2013).

La normalización de cada conjunto de datos se obtiene mediante la ponderación de cada variable del conjunto  $j$  por  $1/\lambda^j$ , siendo  $\lambda^j$  el primer valor propio del análisis factorial aplicado al conjunto  $j$ . Dicha ponderación normaliza cada una de las dos nubes inducidas por el grupo  $j$  de variables ( $N_I^j$  y  $N^j$ ) dándoles una inercia máxima igual a 1. Así, todos los grupos  $K$  contribuyen, y de manera equilibrada, a la construcción del primer componente.

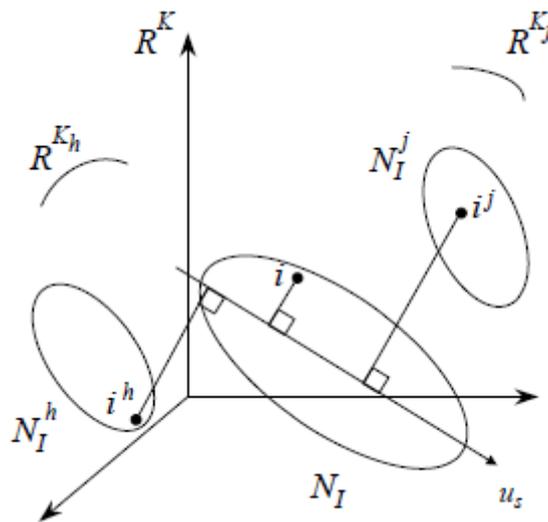
En segundo lugar, todas las tablas de datos normalizados se agregan en una tabla general que se analiza mediante un ACP (no normalizado) que proporciona un conjunto de puntuaciones de factores para las observaciones y las cargas de las variables (Abdí *et al.* 2013).

A cada conjunto de variables  $j$  ( $j = 1, \dots, J$ ) se asocia la nube  $N_I^j$  de muestras en el espacio  $R^K$ . Dicha nube, llamada “parcial”, es la nube analizada en el análisis factorial restringida al grupo  $j$ ; contiene muestras “parciales”,  $i^j$  (muestra  $i$  según el conjunto  $j$ ). En las Figuras 29 y 30 se ilustra la superposición de las nubes  $N_I^j$  en el AFM. Para ello, se sitúan todas las nubes  $N_I^j$  en el mismo espacio  $R^K$ . Estas nubes se proyectan sobre los ejes del análisis global (ACP no normalizado). La coordenada de  $i^j$  sobre el componente  $u_s$  se nota por  $F_s(i^j)$ . Las coordenadas de todas las muestras parciales se pueden reagrupar en el vector  $F^j$  tal que:  $F^j(i) = F_s(i^j)$ .



**Figura 29: Representación de las J nubes parciales  $N_I^j$  en el espacio  $R^K$**

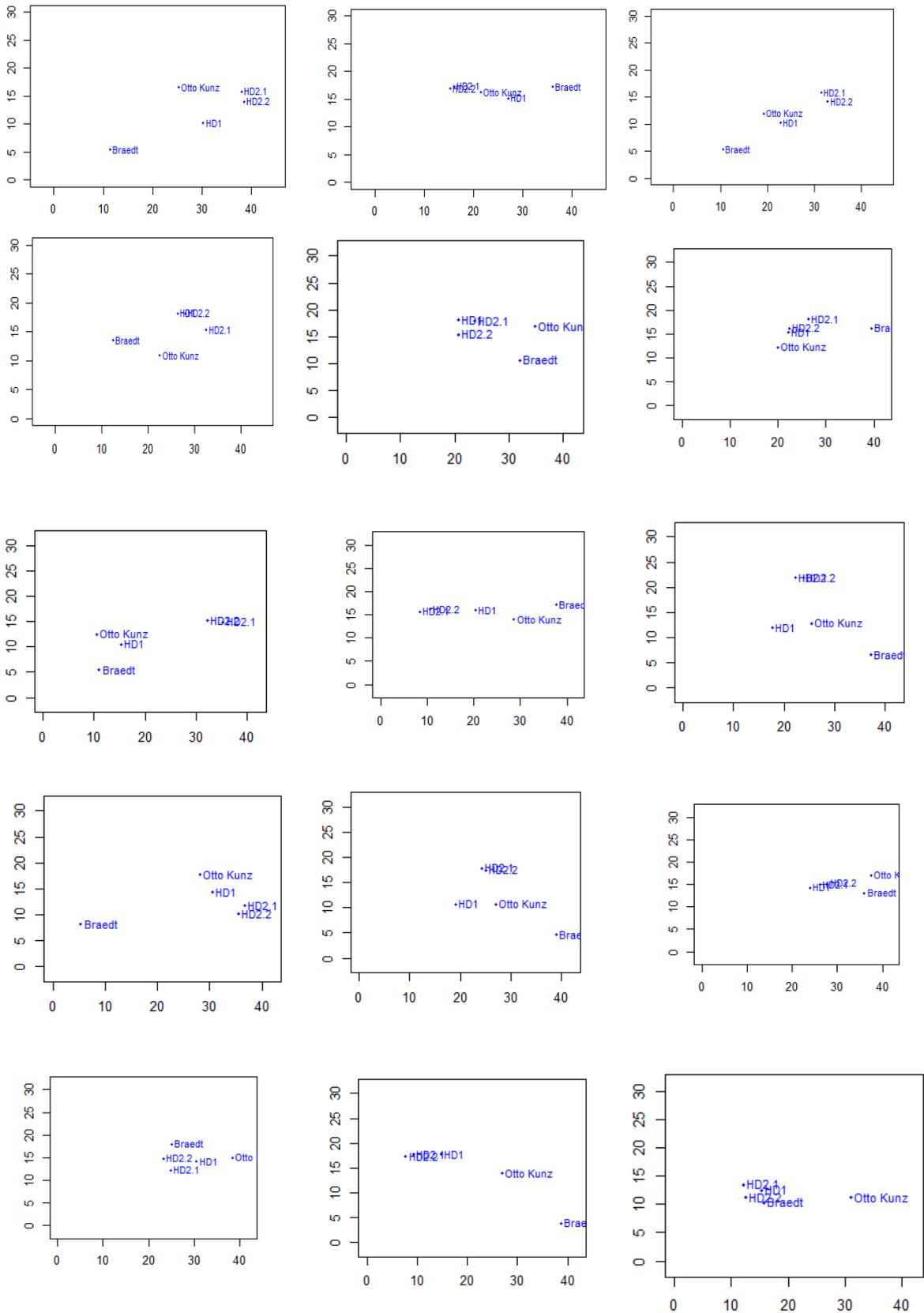
$i$ : muestra descrita por todas las variables;  $i^j$ : muestra descrita por las variables del grupo  $K_j$ .  $N_I^j$  proyección de  $N_I$  sobre  $R^{K_j}$ ,  $R^{K_j}$ : subespacio subtendido por las variables de  $K_j$ .

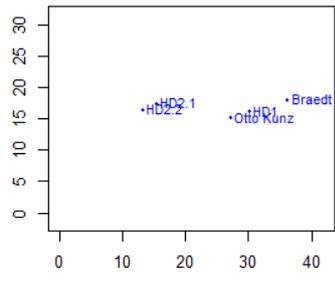
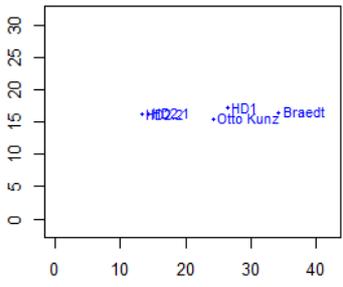
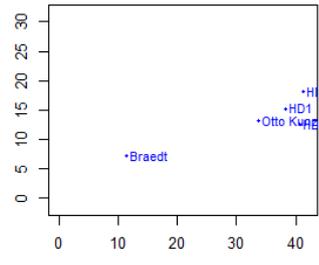
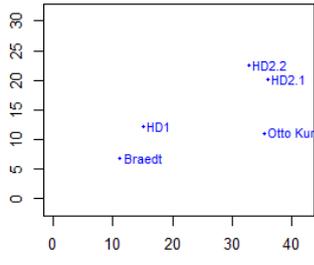
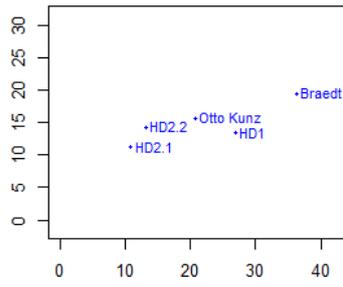


**Figura 30: Principio de la representación superpuesta proporcionada por el AFM**

Cada nube parcial  $N_I^j$  se proyecta sobre los componentes principales del análisis global de la nube *media*  $N_I$ .

## ANEXO 5: TARJETAS NAPPING® DE LOS EVALUADORES

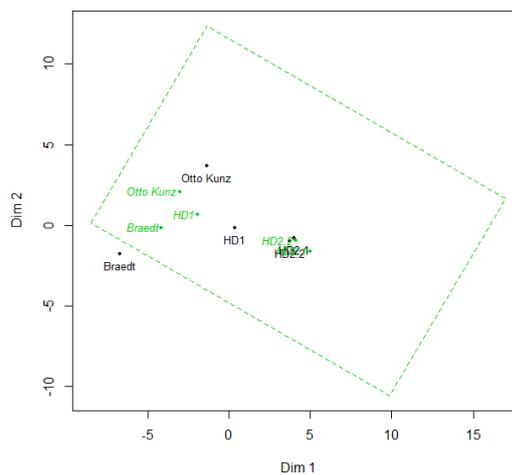
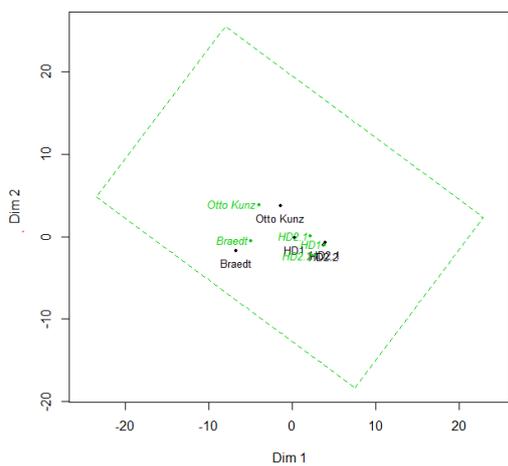
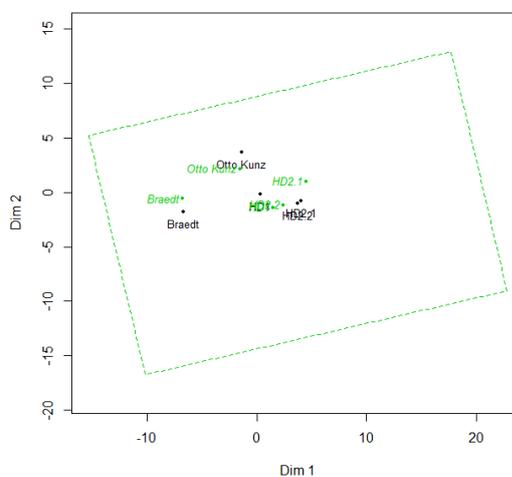
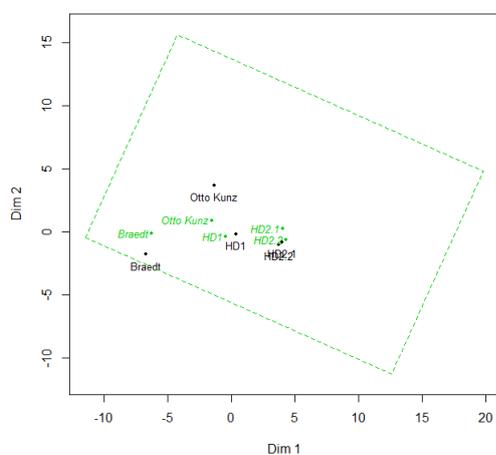
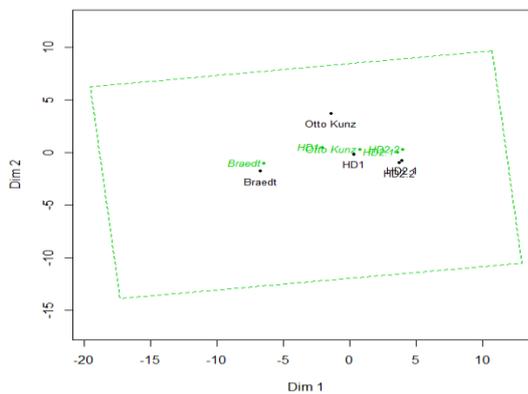
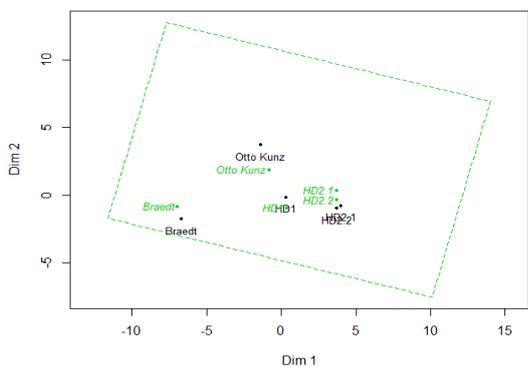


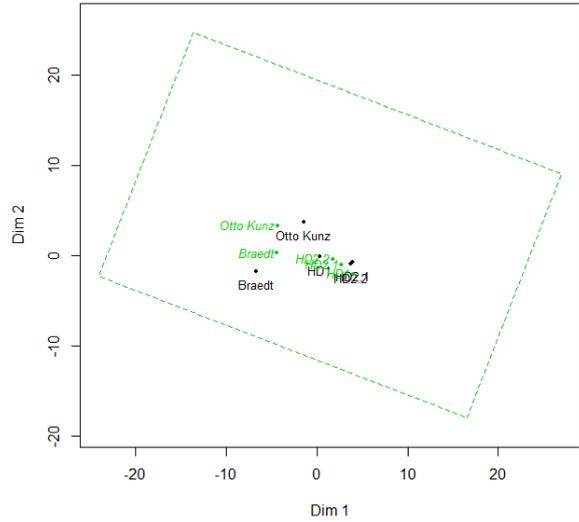
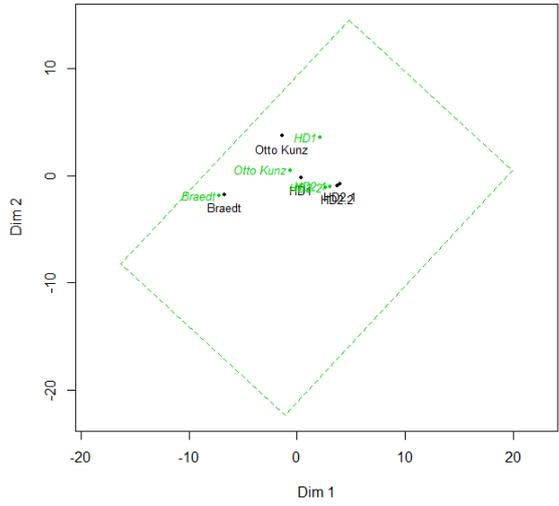
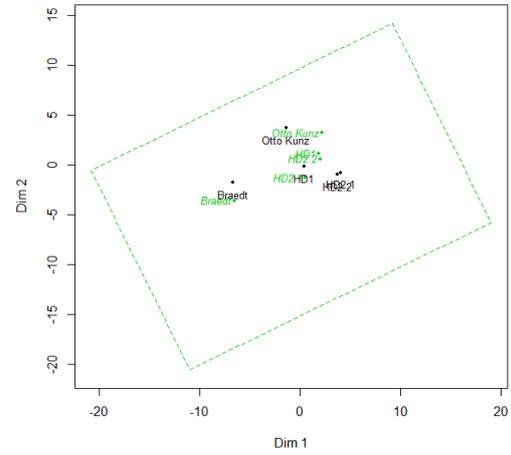
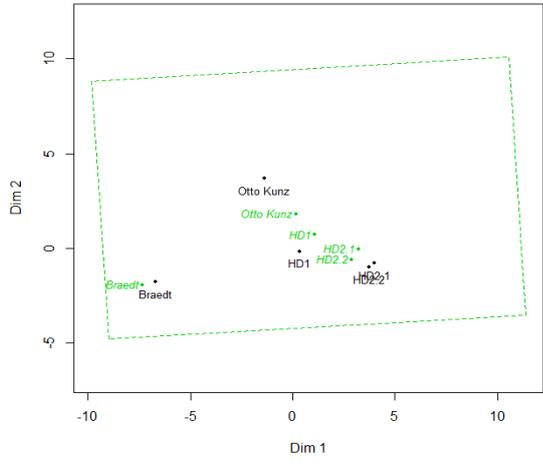
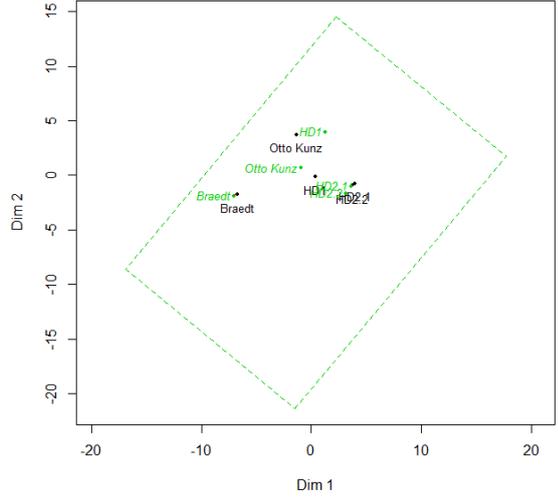
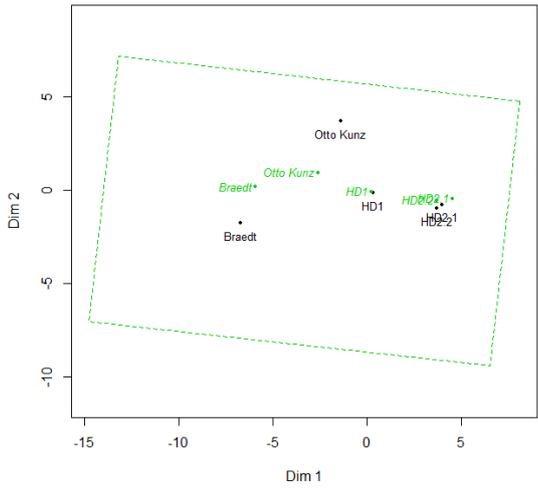


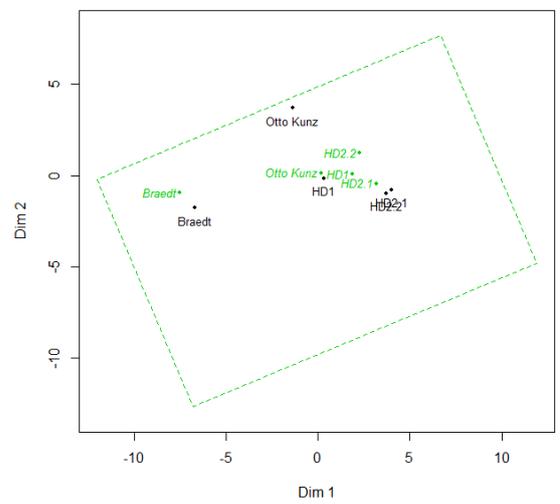
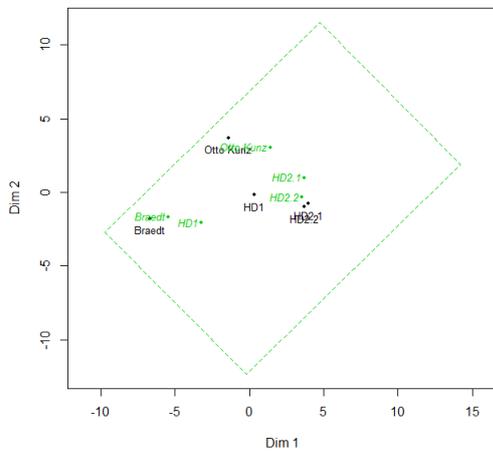
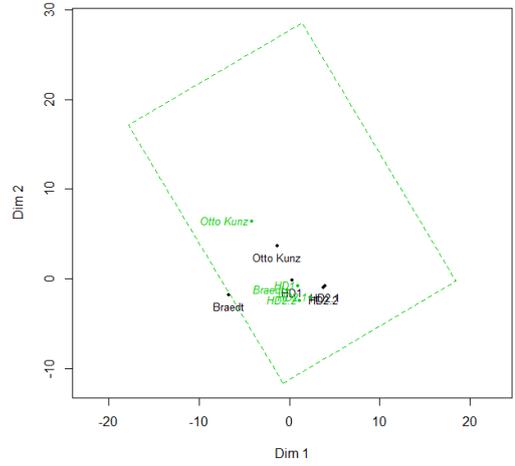
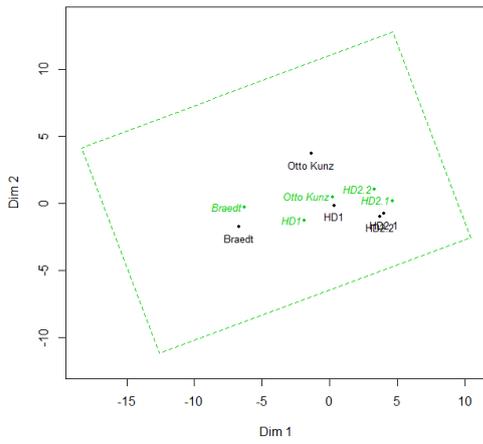
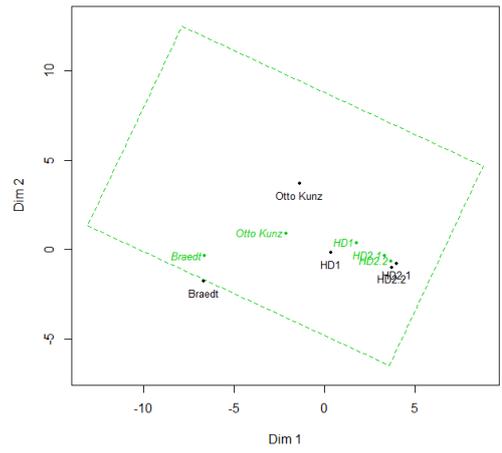
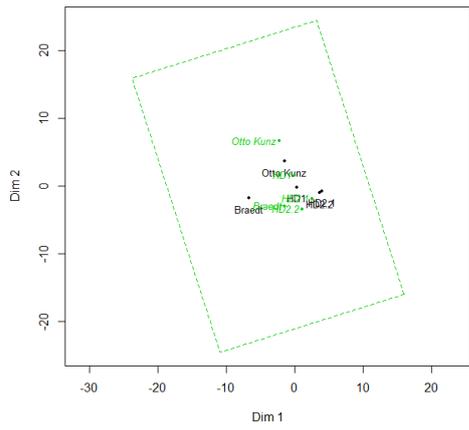
## ANEXO 6: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN VECTORIAL DEL ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE

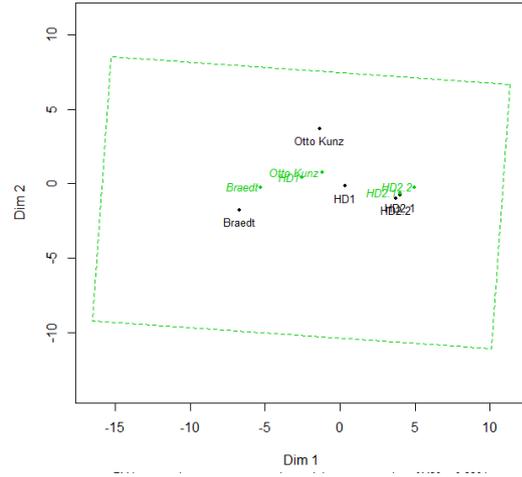
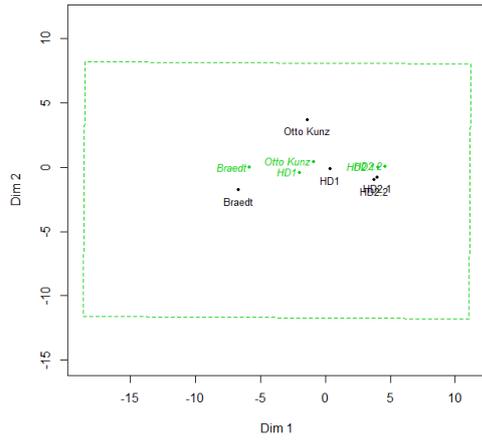
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	sup	MFA
P1	1.00	0.90	0.97	0.94	0.59	0.57	0.71	0.93	0.93	0.95	0.88	0.50	0.14	0.95	0.13	0.90	0.70	0.93	0.90	0.83	0.85	0.97
P2	0.90	1.00	0.89	0.75	0.28	0.52	0.69	0.77	0.78	0.84	0.68	0.20	0.08	0.72	0.02	0.98	0.91	0.77	0.95	0.91	0.63	0.86
P3	0.97	0.89	1.00	0.90	0.56	0.41	0.84	0.97	0.88	0.86	0.79	0.47	0.17	0.92	0.16	0.91	0.70	0.82	0.96	0.92	0.74	0.95
P4	0.94	0.75	0.90	1.00	0.70	0.48	0.67	0.93	0.93	0.91	0.90	0.66	0.17	0.95	0.20	0.80	0.56	0.92	0.77	0.69	0.88	0.94
P5	0.59	0.28	0.56	0.70	1.00	0.27	0.46	0.67	0.63	0.52	0.65	0.94	0.37	0.76	0.57	0.30	0.18	0.55	0.38	0.34	0.74	0.68
P6	0.57	0.52	0.41	0.48	0.27	1.00	0.15	0.33	0.64	0.75	0.70	0.18	0.35	0.50	0.18	0.43	0.40	0.73	0.35	0.28	0.78	0.58
P7	0.71	0.69	0.84	0.67	0.46	0.15	1.00	0.87	0.65	0.53	0.50	0.39	0.44	0.69	0.40	0.76	0.57	0.47	0.86	0.89	0.45	0.79
P8	0.93	0.77	0.97	0.93	0.67	0.33	0.87	1.00	0.86	0.80	0.78	0.61	0.24	0.94	0.27	0.83	0.57	0.78	0.88	0.85	0.74	0.94
P9	0.93	0.78	0.88	0.93	0.63	0.64	0.65	0.86	1.00	0.94	0.98	0.57	0.19	0.93	0.10	0.79	0.57	0.95	0.79	0.73	0.92	0.94
P10	0.95	0.84	0.86	0.91	0.52	0.75	0.53	0.80	0.94	1.00	0.93	0.43	0.17	0.89	0.08	0.82	0.63	0.99	0.77	0.68	0.92	0.92
P11	0.88	0.68	0.79	0.90	0.65	0.70	0.50	0.78	0.98	0.93	1.00	0.59	0.16	0.90	0.07	0.69	0.46	0.96	0.66	0.59	0.96	0.88
P12	0.50	0.20	0.47	0.66	0.94	0.18	0.39	0.61	0.57	0.43	0.59	1.00	0.27	0.68	0.54	0.25	0.13	0.49	0.29	0.25	0.66	0.60
P13	0.14	0.08	0.17	0.17	0.37	0.35	0.44	0.24	0.19	0.17	0.16	0.27	1.00	0.16	0.86	0.10	0.13	0.10	0.15	0.20	0.30	0.34
P14	0.95	0.72	0.92	0.95	0.76	0.50	0.69	0.94	0.93	0.89	0.90	0.68	0.16	1.00	0.20	0.74	0.47	0.90	0.78	0.72	0.89	0.94
P15	0.13	0.02	0.16	0.20	0.57	0.18	0.40	0.27	0.10	0.08	0.07	0.54	0.86	0.20	1.00	0.04	0.11	0.03	0.10	0.13	0.27	0.33
P16	0.90	0.98	0.91	0.80	0.30	0.43	0.76	0.83	0.79	0.82	0.69	0.25	0.10	0.74	0.04	1.00	0.89	0.76	0.96	0.92	0.61	0.88
P17	0.70	0.91	0.70	0.56	0.18	0.40	0.57	0.57	0.57	0.63	0.46	0.13	0.13	0.47	0.11	0.89	1.00	0.54	0.82	0.80	0.43	0.70
P18	0.93	0.77	0.82	0.92	0.55	0.73	0.47	0.78	0.95	0.99	0.96	0.49	0.10	0.90	0.03	0.76	0.54	1.00	0.70	0.60	0.94	0.88
P19	0.90	0.95	0.96	0.77	0.38	0.35	0.86	0.88	0.79	0.77	0.66	0.29	0.15	0.78	0.10	0.96	0.82	0.70	1.00	0.99	0.59	0.89
P20	0.83	0.91	0.92	0.69	0.34	0.28	0.89	0.85	0.73	0.68	0.59	0.25	0.20	0.72	0.13	0.92	0.80	0.60	0.99	1.00	0.50	0.84
sup	0.85	0.63	0.74	0.88	0.74	0.78	0.45	0.74	0.92	0.92	0.96	0.66	0.30	0.89	0.27	0.61	0.43	0.94	0.59	0.50	1.00	0.87
MFA	0.97	0.86	0.95	0.94	0.68	0.58	0.79	0.94	0.94	0.92	0.88	0.60	0.34	0.94	0.33	0.88	0.70	0.88	0.89	0.84	0.87	1.00

## ANEXO 7: REPRESENTACIÓN SUPERPUESTA DEL PMFA DE LOS CONSUMIDORES









## ANEXO 8: COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y COSENO CUADRADO DE LOS DESCRIPTORES

### Correlación de los descriptores con las dimensiones

Descriptor	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
Rosado	0.79	0.54	-0.27	-0.13
Poroso	0.77	-0.45	0.37	-0.24
Duro	-0.27	0.94	0.08	-0.21
Grumoso	0.35	-0.84	-0.23	0.34
Salado	0.69	-0.37	0.31	0.55
Sabor.a.pollo	0.88	-0.11	-0.46	-0.02
Ahumado	-0.79	-0.59	0.12	-0.03
Suave	-0.90	-0.35	0.05	0.27
Masticable	0.95	-0.22	0.01	-0.24
Condimentado	-0.85	0.20	0.47	0.14
Grasoso	0.75	-0.07	-0.63	-0.19
Glutamato	-0.17	0.90	0.39	-0.02
Jugoso	0.80	-0.31	-0.49	-0.15
Amargo	-0.86	-0.50	0.14	0.04
Acido	-0.86	-0.50	0.14	0.04
Marron	-0.80	-0.57	0.18	-0.10

### Coseno cuadro de los descriptores con las dimensiones

Descriptor	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
Rosado	0.63	0.29	0.07	0.02
Poroso	0.60	0.21	0.13	0.06
Duro	0.07	0.88	0.01	0.04
Grumoso	0.12	0.71	0.05	0.12
Salado	0.47	0.13	0.09	0.30
Sabor.a.pollo	0.78	0.01	0.21	0.00
Ahumado	0.63	0.35	0.02	0.00
Suave	0.80	0.12	0.00	0.07
Masticable	0.90	0.05	0.00	0.06
Condimentado	0.72	0.04	0.22	0.02
Grasoso	0.56	0.00	0.40	0.04
Glutamato	0.03	0.82	0.15	0.00
Jugoso	0.64	0.09	0.24	0.02
Amargo	0.73	0.25	0.02	0.00
Acido	0.73	0.25	0.02	0.00
Marron	0.64	0.32	0.03	0.01

## ANEXO 9: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PERFIL DE TEXTURA DEL CONSUMIDOR

Para todos los casos, se consideraron los supuestos de normalidad de los errores y la homogeneidad de varianzas, que fueron evaluados a un  $\alpha = 0,05$ .

### Supuesto de normalidad:

Ho: los errores se distribuyen normalmente

H1: los errores no se distribuyen normalmente

### Supuesto de homogeneidad de varianzas:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma^2$$

$$H_1: \text{Al menos un } \sigma_i^2 \text{ es diferente } \quad i = 1, 2, 3, 4$$

### a. Dureza

Normalidad p-valor = 0.1266 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.9745 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Consumidor	24	15.472	0.6447	1.2628	0.2117
Muestra	4	52.592	13.1480	25.7551	1.638e-14 ***
Residuals	96	49.008	0.5105		

Signif codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
2.1 - 1 == 0	-0.3600	0.2021	-1.781	0.390
2.2 - 1 == 0	-0.4400	0.2021	-2.177	0.197
B - 1 == 0	1.0800	0.2021	5.344	<1e-04 ***
OK - 1 == 0	0.9600	0.2021	4.750	<1e-04 ***
2.2 - 2.1 == 0	-0.0800	0.2021	-0.396	0.995
B - 2.1 == 0	1.4400	0.2021	7.126	<1e-04 ***
OK - 2.1 == 0	1.3200	0.2021	6.532	<1e-04 ***
B - 2.2 == 0	1.5200	0.2021	7.521	<1e-04 ***
OK - 2.2 == 0	1.4000	0.2021	6.928	<1e-04 ***
OK - B == 0	-0.1200	0.2021	-0.594	0.976

### b. Desmenuzable

Normalidad p-valor = 0.1273 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.9745 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

#### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Consumidor	24	34.688	1.4453	1.1438	0.314083
Muestra	4	23.088	5.7720	4.5677	0.002025 **
Residuals	96	121.312	1.2637		

#### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
2.1 - 1 == 0	-4.400e-01	3.180e-01	-1.384	0.63942
2.2 - 1 == 0	-4.800e-01	3.180e-01	-1.510	0.55882
B - 1 == 0	6.400e-01	3.180e-01	2.013	0.26774
OK - 1 == 0	-4.400e-01	3.180e-01	-1.384	0.63943
2.2 - 2.1 == 0	-4.000e-02	3.180e-01	-0.126	0.99994
B - 2.1 == 0	1.080e+00	3.180e-01	3.397	0.00868 **
OK - 2.1 == 0	-2.276e-15	3.180e-01	0.000	1.00000
B - 2.2 == 0	1.120e+00	3.180e-01	3.523	0.00579 **
OK - 2.2 == 0	4.000e-02	3.180e-01	0.126	0.99994
OK - B == 0	-1.080e+00	3.180e-01	-3.397	0.00863 **

### c. Granuloso

Normalidad p-valor = 0.9244 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.1325 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

#### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Consumidor	24	39.152	1.6313	1.1195	0.338458
Muestra	4	26.912	6.7280	4.6172	0.001878 **
Residuals	96	139.888	1.4572		

#### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
2.1 - 1 == 0	0.7200	0.3414	2.109	0.22487
2.2 - 1 == 0	0.2400	0.3414	0.703	0.95536
B - 1 == 0	0.7600	0.3414	2.226	0.17910
OK - 1 == 0	-0.4800	0.3414	-1.406	0.62544
2.2 - 2.1 == 0	-0.4800	0.3414	-1.406	0.62542
B - 2.1 == 0	0.0400	0.3414	0.117	0.99996
OK - 2.1 == 0	-1.2000	0.3414	-3.515	0.00592 **
B - 2.2 == 0	0.5200	0.3414	1.523	0.55024
OK - 2.2 == 0	-0.7200	0.3414	-2.109	0.22487
OK - B == 0	-1.2400	0.3414	-3.632	0.00415 **

#### d. Se pega al paladar

Normalidad p-valor = 0.08226 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.4692 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

#### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Consumidor	24	9.792	0.408	0.6939	0.8462	
Muestra	4	45.152	11.288	19.1973	1.251e-11	***
Residuals	96	56.448	0.588			

#### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
2.1 - 1 == 0	1.200e+00	2.169e-01	5.533	<1e-04	***
2.2 - 1 == 0	1.200e+00	2.169e-01	5.533	<1e-04	***
B - 1 == 0	1.200e-01	2.169e-01	0.553	0.981	
OK - 1 == 0	-1.600e-01	2.169e-01	-0.738	0.947	
2.2 - 2.1 == 0	-1.554e-15	2.169e-01	0.000	1.000	
B - 2.1 == 0	-1.080e+00	2.169e-01	-4.980	<1e-04	***
OK - 2.1 == 0	-1.360e+00	2.169e-01	-6.271	<1e-04	***
B - 2.2 == 0	-1.080e+00	2.169e-01	-4.980	<1e-04	***
OK - 2.2 == 0	-1.360e+00	2.169e-01	-6.271	<1e-04	***
OK - B == 0	-2.800e-01	2.169e-01	-1.291	0.697	

#### e. Suave

Normalidad p-valor = 0.05176 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.7164 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

#### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Consumidor	24	27.648	1.1520	1.3186	0.1735	
Muestra	4	54.128	13.5320	15.4887	8.254e-10	***
Residuals	96	83.872	0.8737			

#### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
2.1 - 1 == 0	1.2400	0.2644	4.690	< 0.001	***
2.2 - 1 == 0	0.8800	0.2644	3.329	0.01054	*
B - 1 == 0	-0.0400	0.2644	-0.151	0.99988	
OK - 1 == 0	-0.5600	0.2644	-2.118	0.22088	
2.2 - 2.1 == 0	-0.3600	0.2644	-1.362	0.65344	
B - 2.1 == 0	-1.2800	0.2644	-4.842	< 0.001	***
OK - 2.1 == 0	-1.8000	0.2644	-6.809	< 0.001	***
B - 2.2 == 0	-0.9200	0.2644	-3.480	0.00657	**
OK - 2.2 == 0	-1.4400	0.2644	-5.447	< 0.001	***
OK - B == 0	-0.5200	0.2644	-1.967	0.29009	

### f. Plástico

Normalidad p-valor = 0.1184 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.9466 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Consumidor	24	20.448	0.8520	1.3903	0.1328001
Muestra	4	13.568	3.3920	5.5349	0.0004718 ***
Residuals	96	58.832	0.6128		

### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
2.1 - 1 == 0	-0.2400	0.2214	-1.084	0.8144
2.2 - 1 == 0	-0.1600	0.2214	-0.723	0.9508
B - 1 == 0	-0.9600	0.2214	-4.336	<0.001 ***
OK - 1 == 0	-0.3600	0.2214	-1.626	0.4848
2.2 - 2.1 == 0	0.0800	0.2214	0.361	0.9963
B - 2.1 == 0	-0.7200	0.2214	-3.252	0.0135 *
OK - 2.1 == 0	-0.1200	0.2214	-0.542	0.9827
B - 2.2 == 0	-0.8000	0.2214	-3.613	0.0043 **
OK - 2.2 == 0	-0.2000	0.2214	-0.903	0.8950
OK - B == 0	0.6000	0.2214	2.710	0.0598 .

### g. Facilidad de tragar

Normalidad p-valor = 0.5277 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.2911 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Consumidor	24	24.112	1.00467	1.5830	0.0613
Muestra	4	3.072	0.76800	1.2101	0.31161
Residuals	96	60.928	0.63467		

### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
2.1 - 1 == 0	-0.3200	0.2253	-1.420	0.616
2.2 - 1 == 0	-0.2400	0.2253	-1.065	0.824
B - 1 == 0	-0.4800	0.2253	-2.130	0.216
OK - 1 == 0	-0.2000	0.2253	-0.888	0.901
2.2 - 2.1 == 0	0.0800	0.2253	0.355	0.997
B - 2.1 == 0	-0.1600	0.2253	-0.710	0.954
OK - 2.1 == 0	0.1200	0.2253	0.533	0.984
B - 2.2 == 0	-0.2400	0.2253	-1.065	0.824
OK - 2.2 == 0	0.0400	0.2253	0.178	1.000
OK - B == 0	0.2800	0.2253	1.243	0.726

## h. Grasoso

Normalidad p-valor = 0.7279 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

Homogeneidad de varianza p-valor = 0.3285 >  $\alpha$ , no se rechaza la Ho.

### Análisis de Varianza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Consumidor	24	11.792	0.4913	0.6811	0.8584
Muestra	4	95.952	23.9880	33.2551	<2e-16 ***
Residuals	96	69.248	0.7213		

### Comparación Múltiple de Tukey

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
2.1 - 1 == 0	0.3600	0.2402	1.499	0.566
2.2 - 1 == 0	0.5200	0.2402	2.165	0.202
B - 1 == 0	-1.4000	0.2402	-5.828	<1e-04 ***
OK - 1 == 0	-1.5200	0.2402	-6.327	<1e-04 ***
2.2 - 2.1 == 0	0.1600	0.2402	0.666	0.963
B - 2.1 == 0	-1.7600	0.2402	-7.327	<1e-04 ***
OK - 2.1 == 0	-1.8800	0.2402	-7.826	<1e-04 ***
B - 2.2 == 0	-1.9200	0.2402	-7.993	<1e-04 ***
OK - 2.2 == 0	-2.0400	0.2402	-8.492	<1e-04 ***
OK - B == 0	-0.1200	0.2402	-0.500	0.987

## ANEXO 10: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL *SOFTWARE* R-STUDIO.

### a. ANÁLISIS PROCRUSTES GENERALIZADO

A continuación se presenta el código del paquete FactoMineR elaborado por Husson (2008) para llevar a cabo el Análisis Procrustes Generalizado.

#### **#Paquetes requeridos**

```
library(FactoMineR)
library(ggplot2)
library("SensMineR")
```

#### **#Lectura de datos**

```
Datos <- read.csv("D:/TesisEPG/FlashProfile.csv",header=TRUE, sep = ";",row.names = 1)
```

#### **#Análisis Procrustes Generalizado (APG)**

```
res.gpa <- GPA(Datos, group=c(8,9,6,7,9,8,7,7,6,6,7,7,5,6,6,6,5,5,5,7),
name.group=c("P1","P2","P3","P4","P5","P6","P7","P8","P9","P10","P11","P12","P13","P14","P15","P16","P17","P18","P19","P20"), graph = F)
```

#### **#Análisis que puede efectuar el APG**

```
print(res.gpa)
```

#### **#Factores de escalamiento**

```
round(res.gpa$scaling,2)
```

#### **#Varianza (residual y total) por panelista**

```
round(res.gpa$ANOVA$config,2)
```

#### **# Varianza (consenso o real, residual y total) explicada entre las Dimensiones de la Configuración Consenso**

```
round(res.gpa$ANOVA$dimension,2)
```

#### **#Varianza de muestra por Dimensiones, por separado**

```
round(res.gpa$ANOVA$contribindivdim,2)
```

#### **#Varianza consenso, residual y total por muestra**

```
round(res.gpa$ANOVA$objet,2)
```

#### **#Gráfica parcial**

```
plotGPApartial(res.gpa)
```

#### **#Gráfica parcial de todas las muestras**

```
plot.GPA(res.gpa)
```

#### **#Construcción de elipse de confianza: método freechoice**

```
graf <- boot(Datos, method="freechoice",group = c(8,9,6,7,9,8,7,7,6,6,7,7,5,6,6,6,5,5,5,7))
```

### **#Construcción de elipses de confianza con Análisis Factorial Múltiple**

```
res.mfa <- MFA(Datos, group = c(8,9,6,7,9,8,7,7,6,6,7,7,5,6,6,6,5,5,5,7), name.group =  
c("P1","P2","P3","P4","P5","P6","P7","P8","P9","P10","P11","P12","P13","P14","P15","P  
16","P17","P18","P19","P20"), graph = FALSE)
```

### **# Método de Dehlholm *et al.* (2012). Es necesario crear la función MFAconf**

```
#####  
MFAconf=function(MFAresob, axes = c(1, 2)){  
  if (!require("FactoMineR")) install.packages("FactoMineR"); library("FactoMineR")  
  # The number of samples (n)  
  n=dim(MFAresob$ind$coord)[1]  
  # The number of groups of variables (m)  
  m=dim(MFAresob$group$coord)[1]  
  # Creating a new data frame with one row for each sample's associated MFA group of  
  variables.  
  CATnames <- vector(mode="character", length=n*m)  
  for (j in 1:n){ CATnames[(((j-1)*m)+1):(j*m)] <-  
  dimnames(MFAresob$ind$coord[order(row.names(MFAresob$ind$coord)),][[1]][j])  
  PartielDim <- cbind.data.frame(names=CATnames,MFAresob$ind$coord.partiel)  
  # Bootstrapping the new data frame  
  Boot <- simule(PartielDim, nb.simul=500)  
  # Creating ellipses around 95% of the bootstrapped means  
  EllipCoord <- coord.ellipse(Boot$simul, level.conf=0.95, bary=FALSE, axes=axes)  
  # Plotting the ellipses  
  plot.MFA(MFAresob, title ='Eipse de confianza', axes = axes, choix = "ind", ellipse =  
  EllipCoord, ellipse.par = NULL,xlim=c(-6,6),ylim=c(-6,6))  
  }  
#####EI  
ipse de confianza  
MFAconf(res.mfa)
```

## **b. ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE**

A continuación se presenta el código del paquete FactoMineR elaborado por Husson (2008) para llevar a cabo el Análisis Factorial Múltiple.

### **#Paquetes requeridos**

```
library("FactoMineR")  
library(ggplot2)  
library("factoextra")  
library("SensamineR")
```

### **#Lectura de datos**

```
napping <- read.csv("D:/TesisEPG/napping.csv",header=TRUE, sep = ";",row.names = 1)
```

### **#Ficha de evaluación de cada panelista**

```
dev.new()  
nappeplot(nap[,-41:-57], numr = 2, numc = 2, color = "blue", lim = c(42,30))
```



```
# Gráfica parcial de las muestras (por cada consumidor)
```

```
plot.MFA(res.mfa, choix = "ind", partial="all")
```

```
# Construcción de elipses de confianza
```

```
# Método de Cadoret y Husson (2013)
```

```
graf <- boot(nap[, -41:-57], method="napping")
```

```
# Método de Dehlholm et al. (2012). Es necesario crear la función MFAconf
```

```
#####
```

```
MFAconf=function(MFAresob, axes = c(1, 2)){
```

```
  if (!require("FactoMineR")) install.packages("FactoMineR"); library("FactoMineR")
```

```
  # The number of samples (n)
```

```
  n=dim(MFAresob$ind$coord)[1]
```

```
  # The number of groups of variables (m)
```

```
  m=dim(MFAresob$group$coord)[1]
```

```
  # Creating a new data frame with one row for each sample's associated MFA group of variables.
```

```
  CATnames <- vector(mode="character", length=n*m)
```

```
  for (j in 1:n){CATnames[(((j-1)*m)+1):(j*m)] <-
```

```
dimnames(MFAresob$ind$coord[order(row.names(MFAresob$ind$coord)),][[1]][j])
```

```
  PartielDim <- cbind.data.frame(names=CATnames, MFAresob$ind$coord.partiel)
```

```
  # Bootstrapping the new data frame
```

```
  Boot <- simule(PartielDim, nb.simul=500)
```

```
  # Creating ellipses around 95% of the bootstrapped means
```

```
  EllipCoord <- coord.ellipse(Boot$simul, level.conf=0.95, bary=FALSE, axes=axes)
```

```
  # Plotting the ellipses
```

```
  plot.MFA(MFAresob, title = 'Eipse de confianza', axes = axes, choix = "ind", ellipse =
```

```
EllipCoord, ellipse.par = NULL, xlim=c(-8,5), ylim=c(-4,7))
```

```
}
```

```
#####
```

```
# Visualiza la elipse de confianza
```

```
MFAconf(res.mfa)
```

```
# Gráfica consenso de las muestras
```

```
plot.MFA(res.mfa, axes=c(1, 2), choix="ind", lab.ind=TRUE, lab.par=TRUE,
```

```
habillage="ind", title="")
```

```
# Círculo de correlaciones de variables suplementarias
```

```
plot.MFA(res.mfa, axes=c(1, 2), choix="var", palette = palette(gray(seq(0,.5,len=100))),
```

```
invisible = c("quanti"), lab.var=TRUE, habillage="group", lim.cos2.var=0)
```

### c. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

#### #Paquetes requeridos

```
library(agricolae)
library(nortest)
library(multcomp)
```

#### #Lectura de datos

```
Datos <- read.csv("D:/TesisEPG/PerfilTextura.csv",header=TRUE, sep = ";")
```

#### #Creando valores numéricos

```
Duro<-Datos[,3]
Desmenuzable<- Datos [,4]
Granuloso<- Datos [,5]
Se_pega_paladar<- Datos [,6]
Suave<- Datos [,7]
Plástico<- Datos [,8]
Facilidad_tragar<- Datos [,9]
Grasoso<- Datos [,10]
```

#### # creando factores

```
Consumidor<-as.factor(Datos[,2])
Muestra<-as.factor(Datos [,1])
```

```
#####
```

#### # ANVA: Dureza #

```
#####
```

```
mod<-lm(Duro~Consumidor+Muestra)
anva<-anova(mod)
anva
```

#### #Normalidad de errores (Anderson - Darling)

```
ad.test(residuals(mod))
```

#### #Homogeneidad de varianzas (Esfericidad de Barlet)

```
bartlett.test(Duro~Muestra, data=Datos)
```

#### #Comparación múltiple TUKEY

```
amod<-aov(Duro~Consumidor+Muestra)
comptipos1<-glht(amod,linfct=mcp(Muestra="Tukey"))
summary(comptipos1)
```

#### #Gráfica

```
plot(TukeyHSD(amod))
```